



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ

**Конструктивистички приступ заснован на  
примени мапа ума у настави физике у  
основној школи**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: Проф. др Соња Скубан

Кандидат: Звездан Гагић

Нови Сад, 2019 године

## Предговор

Ова дисертација рађена је на Катедри за општу физику и методику наставе физике Департмана за физику, Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду под менторством др Соње Скубан.

У раду се разматра конструктивистички приступ настави физике, применом мапа ума у седмом разреду основне школе. Испитује се и когнитивно оптерећење ученика путем мапа ума, као средства у наставној инструкцији, које су коришћене у наставној теми *Равнотежа тела*. Творац мапа ума, Тони Бузан, истиче да је мапа ума „ израз бриљантног размишљања и према томе представља природну функцију људског ума. То је моћно графичко средство које обезбеђује универзални кључ за ослобађање потенцијала мозга.“ (Buzan, Buzan, 1999). Когнитивно оптерећење ученика је је испитивано приликом финалног тестирања, односно након примењене експерименталне наставне инструкције, у две основне школе: „Мирослав Антић“ у Футогу и „Ђорђе Натошевић“ у Новом Саду.

Најважнији закључци рада односе са на чињеницу да је најмање когнитивно оптерећење било проузроковано код ученика у експерименталним групама у поменутиим основним школама, и да су се стога, мапе ума показале као ефикасно средство за примену у настави физике на нивоу ученика основне школе, насупрот традиционалном приступу који је био заступљен у контролним групама ученика.

Рад је урађен с вером да ће његови резултати указати на значај употребе мапа ума у настави физике, барем оној основношколској и да ће пружити корисне сугестије наставницима физике приликом одабира метода рада са својим ученицима.

Захваљујем ментору др Соњи Скубан на изразитој и благовременој помоћи приликом израде овог рада.

Велику захвалност дугујем др Маји Стојановић, др Бранки Радуловић и др Ивани Богдановић на корисним сугестијама, плодноним предлозима, конструктивним ставовима и благонаклоној помоћи приликом израде рада. Захваљујем др Оливери Гајић на прегледу рада и корисним примедбама током израде рада.

Захваљујем наставницима горе поменутих основних школа у којима је спроведено истраживање, Слађани Илић-Петровић, као и др Гордани Хајдуковић-Јандрић, и њиховим ученицима.

Велику захвалност дугујем својој породици и родбини, која ми је пружала моралну и материјалну подршку не само током израде овог рада, већ и током свеукупног напредовања у животу и раду.

Звездан Гагић

## Садржај:

Извод.....	1
Abstract.....	2
1. Увод.....	3
2. Теоријски оквир проблема истраживања .....	5
2.1. Ставови ученика према физици као предмету у основношколском и средњошколском образовању и ставови ученика према физици у Републици Србији .....	5
2.2. Процес усвајања знања („меморија“).....	10
2.2.1. Сензорна меморија.....	11
2.2.2. Радна меморија.....	11
2.2.3. Дуготрајна меморија.....	12
2.3. Конструктивизам у настави физике .....	12
2.4. Блумова таксономија .....	17
2.5. Мапе ума.....	19
2.5.1. Историја мапа ума.....	19
2.5.2. Дефиниција мапа ума .....	22
2.6. Когнитивно оптерећење .....	39
2.6.1. Историја когнитивног оптерећења .....	39
2.6.2. Дефиниција когнитивног оптерећења.....	42
2.6.3. Типови и начини мерења когнитивног оптерећења.....	44
2.6.3.1. Интристичко (унутрашње) когнитивно оптерећење.....	44
2.6.3.2. Екстерно (спољашње) когнитивно оптерећење .....	45
2.6.3.3. Везано когнитивно оптерећење .....	49
2.6.3.4. Мерење когнитивног оптерећења.....	49
2.6.4. Инструкциона ефикасност и ученичка ангажованост .....	51
3. Методологија истраживања .....	55
3.1. Проблем истраживања.....	55
3.2. Предмет истраживања .....	55
3.3. Циљ истраживања .....	55

3.3.1. Истраживачки задаци .....	55
3.4. Хипотезе истраживања .....	56
3.5. Варијабле истраживања.....	58
3.6. Инструменти и процедуре.....	60
3.6.1. Иницијални тест .....	63
3.6.2. Финални тест .....	63
3.7. Узорак истраживања.....	63
3.8. Анализа података .....	64
3.8.1. Експериментални програм .....	64
4. Резултати истраживања и дискусија резултата .....	66
4.1. Постигнућа ученика на иницијалном тестирању .....	66
4.2. Разлика између ученика Е и К групе у постигнућу у зависности од примењене наставне инструкције.....	69
4.3. Разлика у постигнућу ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.....	73
4.4. Разлика у постигнућу ученика у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције .....	75
4.5. Разлика између ученика Е и К групе у самоперцепираном менталном напору.....	76
4.6. Разлика у самоперцепираном менталном напору ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.....	78
4.7. Разлика у перцепираном менталном напору у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.....	85
4.8. Инструкциона ефикасност и инструкциона ангажованост .....	86
5. Закључак .....	87
5.1. Предности истраживања .....	90
5.2. Ограничења истраживања .....	90
5.3. Импликације за даља истраживања.....	90
6. Литература.....	92
7. Прилози:.....	101
7.1. Садржаји програма за наставни предмет Физика за седми разред основног образовања и васпитања.....	101
7.2. Сценарији часова .....	104

7.3. Коришћене мапе ума .....	137
7.4. Ученичке мапе.....	155
7.5. Изглед иницијалног теста.....	163
7.6. Изглед финалног теста .....	165
Кратка биографија .....	167
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА.....	168

## Извод

Активно учење представља једну од последица конструктивистичког приступа настави. Оно се може остварити различитим методама, а једна од њих јесте и метода мапа ума које су релативно ретко заступљене у настави. Мапе ума се показују корисним у различитим областима људских интелектуалних активности, поготово у учењу. Нуде се као алатка у различитим активностима, као што су: планирање, прављење бележака, припрема презентација, и говора, али и за само школско учење (Ковачевић, Сегединац, 2007). Мапе ума утичу да читав мозак ради. Тачније, оне подстичу на рад како леву тако и десну хемисферу мозга. Свака хемисфера одговорна је за различите активности: лева за речи, логику, анализу, линеарност, бројеве, спискове, редослед, док је десна одговорна за ритам, машту, просторност, целовитост, сањарење, боје, димензије (Stanković, Randić, 2008).

Когнитивно оптерећење се дефинише као „мултидимензионални конструкт који представља оптерећење пред когнитивним системом појединца који треба да изврши појединачни задатак“ (Pass, Van Merriënboer, 1994b).

Применом педагошког експеримента са паралелним групама испитан је утицај мапа ума на ученичко постигнуће и самоперципирано когнитивно оптерећење. У експерименталној групи ученицима су наставни садржаји представљени путем мапа ума, док је у контролној групи рађено традиционалном методом.

На основу добијених вредности ових величина одређене су инструкциона ефикасност наставе и инструкциона ангажованост ученика.

У раду је показано да применом мапа ума когнитивно оптерећење ученика седмог разреда опада, што је тестирано финалним тестом након извршеног педагошког експеримента, са паралелним групама – експерименталном и контролном. Контролну групу чинили су ученици у којој је садржај обрађиван традиционалном методом, а експерименталну групу је карактерисала обрада садржаја путем мапа ума.

Кључне речи: мапе ума, когнитивно оптерећење, ученици седмог разреда, настава физике

## **Abstract**

Active learning is one of the consequences of a constructivist approach to teaching. It can be accomplished by different methods, one of which is the method of mind maps, which are relatively rare in teaching. Mind maps prove useful in various areas of human intellectual activity, especially learning. They are offered as a tool in various activities: planning, making notes, preparing presentations, and speaking, but also for school learning itself (Kovačević, Segedinac, 2007). Mind maps help activate the entire brain. More precisely, they stimulate the work of the left and right hemisphere of the brain. Each hemisphere is responsible for different activities: the left one is for words, logic, linearity, analysis, numbers, lists and sequences, while the right is responsible for rhythm, imagination, spacial awareness, integrity, dreaming, colors and dimensions (Stanković, Randić, 2008).

Cognitive load is defined as "a multidimensional construct that represents the load of the cognitive system of an individual which needs to perform an individual task" (Pass, Van Merriënboer, 1994b).

The influence of mind maps on student achievement and self-perceived cognitive load were examined with the application of a pedagogical experiment with parallel groups. In the experimental group, the teaching content was presented through the mind maps, while in the control group the traditional method was used.

On the basis of the obtained values of these sizes, the instructional efficiency of teaching and instructional engagement of the students were determined.

The paper showed that usage of mind maps decreases the cognitive load of students of the seventh grade, which was tested with the final test after the performed pedagogical experiment, with parallel groups – an experimental one and a control one. The control group consisted of students for whom the content was processed using a traditional method, while the experimental group processed the content through mind maps.

Keywords: mind maps, cognitive load, the students of the seventh grade, teaching physics



## 1. Увод

Традиционалне методе подучавања стављају наставника у центар педагошког процеса у учионици. Активне методе учења би требало да измене ту улогу наставника који би у активној школи имао више улогу онога који олакшава процес учења. Наравно олакшавање процеса учења, могло би се постићи методама активне наставе, које су наспрам метода – учења, традиционалне наставе, постављене у следећем односу: смислено наспрам механичког учења, практично учење наспрам вербалног учења, рецептивно наспрам учења путем открића, конвергентно наспрам дивергентног учења, трансмисивно наспрам интерактивног учења, учење без помагала наспрам учења са помагалима (Ивић, Пешикан, Антић, 2001). Од наведених метода активног учења од интереса за овај рад јесте метода учења путем помагала, у које би се могле сврстати и мапе ума. „Мапе ума су, формално, специјални дијаграми који се могу користити у свим ситуацијама које укључују потребу за учењем и размишљањем у било ком облику.“, (Ковачевић, Сегединац, 2007). Подстичу рад леве и десне мождане хемисфере, и могу се користити као ефикасно средство у настави у основној школи код изучавања природних али и друштвених наука.

Конструктивизам као филозофски правац развио се у другој половини двадесетог века и подразумева претпоставке да свака личност за себе конструише своје знање које јој се не може пренети уколико је она пасивна, као и претпоставку да схватање пре свега служи томе да организује свет емпирије-искуства а не откривању онтолошке стварности (Krsnik, 2008). Овај филозофски правац идентификује ученичке предконцепције које могу бити заступљене код ученика о различитим природним појавама, и са једне шире основе посматра проблематику стицања знања.

Когнитивно оптерећење се дефинише као „мултидимензионални конструкт који представља оптерећење пред когнитивним системом појединца који треба да изврши појединачни задатак“ (Pass, Van Merriënboer 1994b).

Когнитивно оптерећење може бити подељено на унутрашње, спољашње и везано когнитивно оптерећење. Унутрашње оптерећење је последица сложености материјала који је потребно усвојити и не може се смањити инструкционим процедурама, док спољашње оптерећење је последица неадекватне наставне инструкције која намеће превелику

заузетост радне меморије. Напоследку на везано оптерећење се може утицати применом одговарајућих наставних метода.

Мерење когнитивног оптерећења се може извршити методама које се могу поделити на директне и индиректне као и на субјективне и објективне (Brünken, Plass, Leutner, 2003).

У раду су поменути и типови меморија које постоје у људској когнитивној архитектури, као што су сензорна, радна и дугорочна меморија, са својим основним особинама.

У делу рада који се тиче методологије истраживања најважнији резултати су приказани у вредностима инструкционе ефикасности наставе и инструкционе ангажованости ученика.

За истраживање одабрана је наставна област *Равнотежа тела*, која се изучава у седмом разреду основне школе. У оквиру ње су применом метода мапа ума (експерименталном методом) обрађене четири наставне јединице: *Слагање сила*, *Равнотежа тела*, *Полуга и момент силе* и *Архимедов закон*. Ове наставне јединице би представљале основно упориште основношколског знања које у каснијем школовању представља основ за каснију сазнајну надградњу у средњој школи, поготово у гимназијама из наставне теме *Основи статике*. Изучавање ове наставне теме је од значаја и за високошколске институције на којима је заступљена физика као један од фундаменталних предмета природних и техничких дисциплина.

Резултати у раду би требало да укажу на повољност употребе мапа ума у настави физике као наставног помагала које би требало да код ученика подстиче машту, креативност, мотивацију али пре свега ниже когнитивно оптерећење, што би могло да доведе, у перспективи до њихове значајније употребе у настави физике.

## **2. Теоријски оквир проблема истраживања**

### **2.1. Ставови ученика према физици као предмету у основношколском и средњошколском образовању и ставови ученика према физици у Републици Србији**

Многи ученици описују физику као тешку и захтевну науку која захтева истанчан осећај за разумевање природних појава, али и математичког апарата који се примењује у сврху описивања тих истих природних појава. Такође, примењује се у литератури проблем углавном негативног става ученика према физици као школском предмету што је предмет изучавања истраживача протеклих 30-40 година (Osborne, Simon, Collins, 2003). У овом делу рада биће више речи о ставовима уопште, али и према науци, њиховом дефинисању, врстама као и присутности у односу на науку.

Ставови се могу дефинисати као „спремност да се било позитивно било негативно реагује на одређене објекте или појаве“ (Rot, 1981). Као суштинске карактеристике, ставове одликује то да они представљају диспозиције, стечене диспозиције као и директно али и често динамично дејство. То да су ставови диспозиције, представља чињеницу да имају своју физиолошко-нервну основу која приликом активације става долази до изражаја (Rot, 1981). Стечена диспозиција става значи да је став формиран током искуства у животу, директно дејство става неке особе подразумева чињеницу да ли је неко за нешто или против нечега. Напошетку динамично дејство показује да ли појединац предузима акције-поступке у складу са својим ставом. Rot такође истиче да ставови који су снажно емоционално обојени, а немају логичку заснованост и при томе се упорно одржавају представљају предрасуде.

Ставови се, такође, могу дефинисати као „позитивна или негативна осећања у вези неке особе, објекта или отвореног питања“ (Newhouse, 1990). Ставови према физици као науци и школском предмету често су испитивани у склопу ширег контекста у разним истраживањима (Unfried, Faber, Wiebe 2012; Akpınar, Yıldız, Tatar, Ergin, 2009; Nacieminoglu, 2016). У истраживању Унифриедове и сарадника (Unfried, Faber, Wiebe, 2012) уочене су одређене полне разлике у перципираним ставовима према СТЕМ-у (енг.

STEM- Science Technology Engineering Mathematics). Наиме, добијено је да дечаци имају позитивније ставове ка науци у седмом разреду основне школе, и тај тренд се наставља све до другог разреда средње школе, када позитивније ставове показују девојчице. У оквиру овог истраживања испитани су и ставови ученика према физици као наставном предмету. Њихови резултати су показали да ученици имају позитивније ставове према физици у односу на ученице, током читаве основне и средње школе. Слично је добијено и у другим студијама. Акпинар са сарадницима (Акпинар, Yıldız, Tatar, Ergin, 2009) потврдио је у свом истраживању постојање полних разлика у ставовима основаца према природним наукама. Према њима девојчице развијају много позитивније ставове ка природним наукама у школи. У истом раду проучаван је и став ученика осмог разреда где је речено да је став који карактерише „отклон од науке“ у многим земљама, можда узрокован и другим факторима као што су: социјална уверења, утицај родитеља, веровања да је наука тешка, неефикасне методе и технике учења као и школски план и програм, али и чињеница да се многи ученици припремају за полагање мале матуре, и упис у средње школе (Çakır, Şenler, Taskın, 2007, према Акпинар, Yıldız, Tatar, Ergin, 2009).

Истраживања у Турској су показала сличне резултате. Хациеминоглу је у свом истраживању (Нациеминоглу, 2016), у које је било укључено 3598 ученика седмог разреда, испитала утицај приступа учењу (енг. The Learning Approach Questionnaire (LAQ)), мотивације (енг. The Achievement Motivation Questionnaire (AMQ)) и ученичких погледа на природу науке (енг. The Nature of Science Instrument (NOSI)) на ставове ученика према природним наукама (енг. The Test of Science Related Attitude (TOSRA)). Резултати овог истраживања су показали да смислено учење, ученичка самоефикасност, ученички погледи на природу науке и механичко учење објашњавају значајан део варијансе (51,5%) става ученика према науци. Варијабле смислено учење и самоефикасност су се показале као најзначајније варијабле овог модела. Коефицијенти ових варијабли добијених применом вишеструке регресије су:  $\beta = 0,338$ ;  $\beta = 0,411$ , редом. Коефицијент за варијаблу ученички погледи на науку показао је нешто нижу вредност и он је износио  $\beta = 0,124$ , док је најнижу вредност коефицијента добијена за варијаблу механичко учење и износио је  $\beta = -0,090$ . Резултати овог истраживања су, такође, показали да на став ученика према науци утичу и социоекономски параметри, као што приход породице и ниво образовања

родитеља. Наиме, ученици из виших сталежа са вишим новчаним доходком родитеља имали су позитивнији став према науци, него они ученици из средњих слојева друштва. Овај резултат се може објаснити тиме да су ученици били више окружени књигама те стога ту средину сматрају природном. Такође, ученици оних родитеља са најнижим примањима имали позитивнији став према науци него они ученици из средњих слојева друштва. Овај резултат указује на постојање велике одлучности младих и његових родитеља да уложи у образовање како би тиме обезбедили боље позиције за радна места, а самим тим и већи приход. Што се тиче нивоа образовања родитеља, и његовог утицаја на став ученика према науци, закључено је да ученици чије су родитељи постигли само основни ниво образовања имају ниже резултате на скали скорова ставова према науци него остали ученици. Овај податак указује да уколико родитељи немају завршени неки виши степен школске спреме они неће имати потребу да код своје деце негују позитивни поглед на науку и научна достигнућа и тако формирају позитиван став према њој.

Што се тиче ставова ученика у Србији према физици као школском предмету, спроведено је неколико истраживања (Станивук, Скубан, Богдановић, 2015; Obadović, Rančić, Cvjetićanin, Segedinac, 2013). У истраживању Станивук, Скубан и Богдановић спроведеног 2015 године на узорку од 462 ученика првог и другог разреда средње техничке школе у Новом Саду и у Суботици показано је да су ученици недовољно мотивисани за учење садржаја физике (Станивук, Скубан, Богдановић, 2015). Аутори рада својим резултатима указују на то „да је пожељна промена у начину рада на часовима физике са циљем повећавања мотивисаности и заинтересованости ученика за физику“. Ту нову промену у начину рада потребно је постићи још од најранијег узраста увођењем метода једноставних експеримената у наставу у ниже разреде обавезног образовања (Obadović, Rančić, Cvjetićanin, Segedinac, 2013). На основу резултата овог истраживања, једноставни експерименти који се уведу у ниже разреде основног образовања могу у значајној мери да доведу до позитивног става ученика према физици у вишим разредима основне школе у Србији. Дакле, ставови ученика су много позитивнији уколико им се предочава сама суштина физичке појаве непосредно кроз оглед демонстрационог карактера, као и када сами изводе оглед, који је мало заступљен у традиционалној настави. У томе лежи још један од разлога промене парадигме у корист коришћења нових

наставних метода које би за циљ имале постављање ученика у центар одвијања васпитно-образовног процеса у учионици.

Интересантно је посматрати како се мења став ученика према физици. Истраживања Стефане и Циомосе су испитале ову проблематику на узорку ученика осмог и деветог разреда (Stefan, Ciomos, 2010). У овом истраживању учествовало је 112 ученика осмог и 101 ученика деветог разреда. Резултати овог истраживања су указали да су ученици физику као наставни предмет оценили као тешку, али и интересантну. Они перципирају важност учења физике како би се боље разумео свет око себе, али указују на проблематику коришћења теоријском приступу настави физике. Јуришевич и сарадници су у својим истраживањима указали на проблематику опадања мотивације ученика за учење, генерално, а посебно за учење физике (Јуришевић, Глаžар, Vogrinc, Devetak, 2009). Према резултатима ових аутора уочава се значајан пад у мотивацији ученика основне и средње школе. Наиме, мотивација ученика за учење уопште (Melementary = 40,38, SDelementary = 8,88; Mhigh = 38,54, SDsecondary = 9,43) и учење физике (Melementary = 46,16, SDelementary = 9,84; Msecondary = 39,82, SDsecondary = 13,51) опада у поређењу са ученицима основних и средњих школа. Слични налази добијени су у истраживањима Чоуа и Јонга (2013), који указују да ученички резултати самоефикасности оштро опадају од основне школе ка средњој школи. Како тврде Лалић-Вучетић (2015) и Сузић (2006) рани адолесценти (од 10 до 12 година) су више мотивисанији него средњи (13 до 15 година) и касни адолесценти (16 до 18 година). Ово значи да мотивација за академско постигнуће опада са годинама које деца проведу у школи. Резултат немотивисаности средњих и касних адолесцената говори о комплексности мотивације као конструкта, зато што на промене унутрашњих и спољашњих фактора утичу биолошке, емоционалне и егзистенцијалне промене које се дешавају адолесцентима. Студија Лија (Lee, Hayes, Seitz, DiStefano, O'Connor, 2016) тврди да ученици који губе интерес у науци често тако чине током кључног периода средњошколских година (године 11–13), што за резултат има, њихов одабир ненаучних курсева који су после потребни за средњошколску матуру.

Посебна проблематика која је додатно подстакла ово истраживање јесу подаци који показују значајан пад у броју уписаних студената физике на Универзитету у Новом Саду иако постоји повећано интересовање младих за високим образовањем. У оквиру

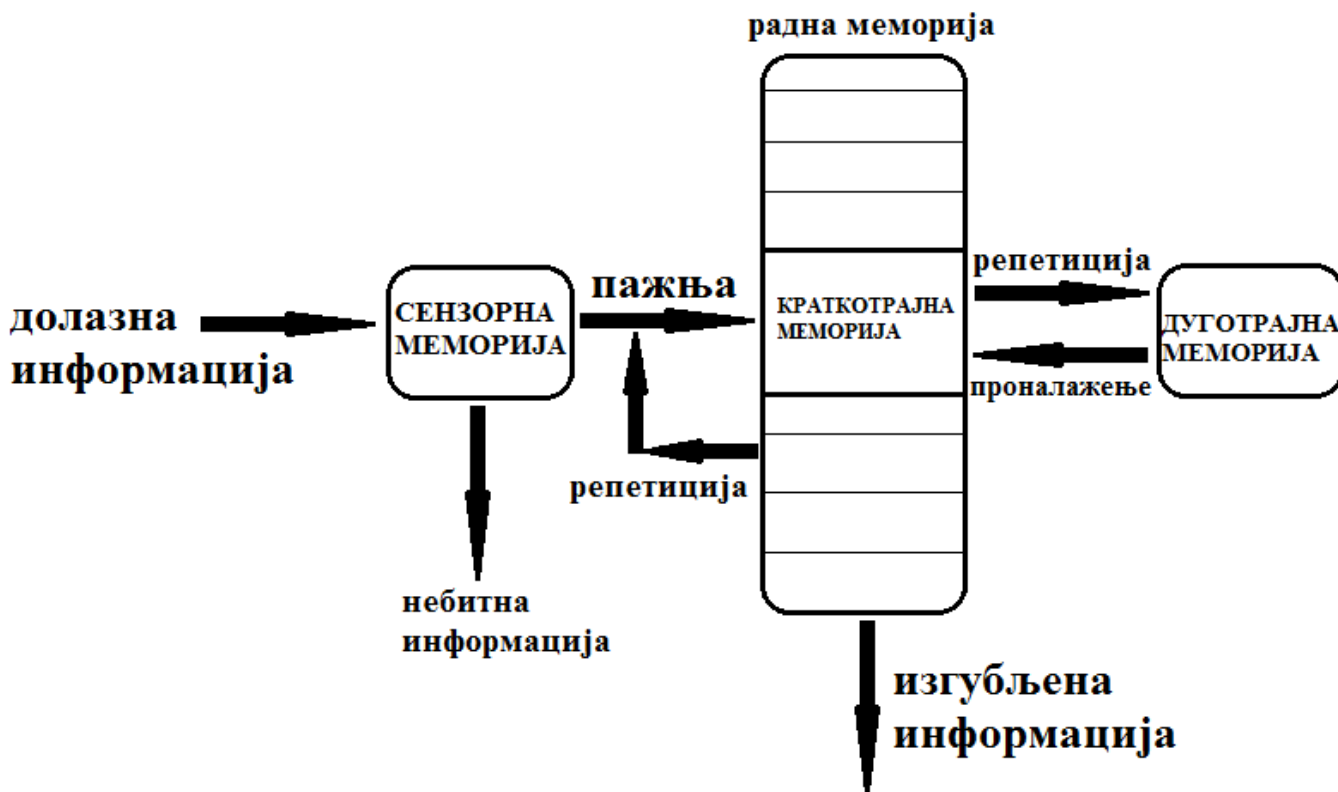
Универзитета, на Природно-математичком факултету, Департману за физику образују се студенти следећих усмерења: професор физике, метеорологије, медицинске физике, астрономије са астрофизиком, физичар истраживач, који се даље може усмеравати ка теоријској физици кондензоване материје, експерименталној физици кондензоване материје, физици плазме и нуклеарној физици. Како је показано у раду Радуловић и сар. (2018) број ученика који се опредељује за студије физике опада у току времена. Како је наведено у поменутом раду, школске 2012/2013 студије физике је уписало 79 ученика, а школске 2015/2016 свега 43 ученика уписало је студије физике.

У основним школама у Републици Србији природне науке изучавају се у оквиру неколико предмета. Ти предмети су Свет око нас у првом и другом разреду и Природа и друштво у трећем и четвртом разреду, затим у вишим разредима у основној школи заступљени су Биологија, Физика и Хемија. Сваки од предмета има свој фонд часова. Тако на пример Биологија се изучава у петом разреду са фондом од два часа по недељи, Физика у шестом, седмом и осмом са по два часа недељно, Хемија са по два часа недељно. У нижим разредима заступљен је и предмет Рука у тесту – Откривање света, са фондом од један час недељно.

За све ученике који завршавају основну школу предвиђен је завршни испит – мала матура. Ученици на завршном испиту који је потребно положити за упис средње школе, могу бити бодовани на тесту из српског односно матерњег језика, математике и комбинованог теста из природно-научних и друштвено-научних предмета (биологија, географија, историја, физика и хемија). На завршном испиту ученици могу да освоје највише 30 бодова, односно највише по 10 бодова на тесту из српског, односно матерњег језика, математике и комбинованом тесту. На основу општег успеха од шестог до осмог разреда ученик може да оствари највише 70 бодова, тако да је укупан максималан број бодова који ученик може остварити на завршном испиту износи 100 („Службени гласник РС“ 38/17). Из приложеног се да приметити да се физика као предмет налази у групи природно-научних и друштвено-хуманистичких предмета и да се у републици Србији њени садржаји вреднују у оквиру комбинованог теста, на којем ученици раде и друге природне и друштвене предмете (биологија, географија, историја, хемија).

## 2.2. Процес усвајања знања („меморија“)

У људској когнитивној архитектури разликујемо више врста меморија: сензорну, радну и дугорочну меморију. Шематски приказ људске когнитивне архитектуре је следећи, слика 1.



Слика 1. Шематски приказ људске когнитивне архитектуре (прилагођено из Huang, Eades, Hong, 2009)

Информација која треба да буде усвојена од стране онога који учи, долази из спољашње средине и прво бива забележена у сензорној меморији, у којој бива забележено много информација из спољашње средине. Уколико је она од значаја бива процесирана даље ка радној меморији која представља најзначајнији део људске когнитивне архитектуре. Од капацитета радне меморије зависи и когнитивно оптерећење. Тако капацитет радне меморије износи седам плус/минус две смисаоне јединице, (Miller, 1956), а утврђено је да се садржај те меморије губи (уколико нема обнављања) за око 20-ак секунди, (Peterson, Peterson, 1959). Значајнији део људске когнитивне архитектуре, из које



произилази целокупно наше знање јесте дуготрајна меморија. По Свелеру (Sweller, 2005) „ без промена у дуготрајној меморији ништа не може бити схваћено“. Заправо, по истом аутору, природа знања у дугорочној меморији садржана је у оквиру когнитивних схема, које представљају „когнитивне конструкторе који омогућавају да се вишеструки елементи информације организују у облику једног елемента“.

### **2.2.1. Сензорна меморија**

Сензорна или чулна меморија, представља меморијски домен у којем се информације краткотрајно задржавају, а регистроване су чулима. Након сензорне меморије, на свом путу ка дуготрајној меморији, информација се или губи, или се прослеђује даље на обраду. Два значајна аспекта сензорне меморије су визуелни аспект и он представља такозвану иконичну меморију и аудитивни аспект, што представља ехоичку меморију (Костић, 2006). Важне карактеристике чулне меморије односе се на количину трајање и осмишљеност задржаног материјала, а то су:

- У овом типу меморије се задржава целокупан материјал регистрован од стране чула, а само се део прослеђује у дубље нивое обраде.
- У зависности од аспекта, задржан материјал је краткотрајан и његово трајање варира од пола секунде до неколико секунди.
- У чулној меморији материјал је неосмишљен (Костић, 2006).

### **2.2.2. Радна меморија**

Радна меморија има своје три подкомпоненте: фонолошка петља, визуелно-спацијална (просторна) матрица и централни извршилац. Фонолошка петља манипулише вербалним материјалом, визуелно-спацијална матрица манипулише сликама, а централни извршилац врши контролу пажње, расподелу когнитивних ресурса, као и започињање обнављања задржаног материјала (Baddeley, Hitch, 1974). Овај модел је ревидиран од стране Бедлија 2000-те године, када поменути истраживач уводи компоненту коју назива епизодички бафер, који има функцију да интегрише и привремено складишти информације које су у различитим модалитетима (Baddeley, 2000).

### 2.2.3. Дуготрајна меморија

У дуготрајној меморији ускладиштена су сва наша знања и она има практично неограничен капацитет. Она по има три врсте сдржаја, декларативно знање, процедурално знање и аутобиографска сећања. Декларативно и процедурално знање припадају семантичкој меморији, а сећања су смештена у епизодичкој меморији (Костић, 2006). Дугорочно памћење, које карактерише ову меморију одређено је формирањем и аутоматизацијом схема као ентитета већег броја смисаоних целина, које одређују наше целокупно знање.

### 2.3. Конструктивизам у настави физике

Глагол *конструисати* изведен је из латинског глагола *construere* и означава акт сачињења, саздавања, грађења (Vučklija, 1980, према Stojnov 2001). У филозофији, конструктивизам, пре свега настаје као супротност реализму – учењу по којем спољашњи свет постоји независно од процеса мишљења и опажања (Oxford universal dictionary 1973, према Stojnov 2001). Конструктивизам се ставља често на страну номинализма – учења по којем се апстрактни појмови посматрају као имена која нису у складу ни са каквом стварношћу, концептуализма – учења по којем се универзални појмови искључиво посматрају као концепти ума, али и као вид антиреализма (Routledge Encyclopedia of Philosophy 1998, према Stojnov 2001).

Различите парадигме у психологији учења, различито су у току XX века посматрале појам учења.

У првој половини двадесетог века, бихејвиоризам је био доминантан правац који је одређивао поглед истраживача на учење и наставу. Под утицајем бихејвиоризма, учење је дефинисано као долажење до одговора, што би представљало процес у којем се учвршћују тачни-пожељни одговори, а погрешни се ослабљују и напослетку губе повратном информацијом коју пружа наставник. У оваквом устројству односа између наставника и ученика, ученик је пасивно биће чије понашање се награђује или кажњава, у зависности од

броја тачних одговора. Циљ наставе је да повећа број тачних понашања у ученичком репертоару понашања (Pešikan, 2010).

Педесетих година двадесетог века пажња истраживача се померила на то како људи уче апстрактне материјале. Стимулус-реакција парадигму, која је била заступљена у бихејвиоризму, заменила је парадигма информационо процесирање у којој се ученик посматра као процесор информација, а наставник онај који даје информације. Зато је према овом приступу учење стицање знања. Последица овог приступа је обраћање пажње на наставне курикулуме, а успешност наставе је мерење количине усвојених знања од стране ученика (Pešikan, 2010).

У модерном облику конструктивизам као филозофски правац се развио задњих чедрдесетак година, (почевши од седамдесетих преко осамдесетих и деведесетих година XX века) Већина конструктивиста признаје постојање спољашњег реалног света, (Nussbaum, 1989) али за конструктористе питање знања је питање конструкције употребљивог знања које особи која га конструише омогућава бављење проблемом који се пред њу поставља. Истраживачи сада обраћају пажњу на учење појединих предмета у реалном животном окружењу, а учење представља процес конструкције знања. На ученика се гледа као неког ко не акумулира информације, већ неког ко активно конструише сопствено знање, има свест о сопственом учењу, управља контролише прати га и процењује његове ефекте. Наставник је партнер у овом процесу (Pešikan, 2010).

Идејни творац конструктивизма у образовању је швајцарски психолог Жан Пијаже. Конструктивистички концепт учења је израстао из његових идеја изнетих у делу „Генетичка епистемологија“. У том свом делу Пијаже покушава да објасни знање, поготово оно научно знање, које је засновано на историји, социогенези и поготово психолошко порекло појмова и операција, које се налазе у његовој основи (Piaget, 1971). Како наводи Пијаже, проучавање интелекта детета у односу са светом може одговорити на проблеме епистемологије, а не посебно проучавање физичког света и посебно проучавање људског интелекта. Извори сазнања нису ни у људској природи ни у физичком свету, већ у акцијама које дете изводи над физичким објектима. Зато субјекат има активну улогу у сопственом развоју.

Социокултурни приступ проучавања учења заснива се на идејама више значајнијих личности, а међу њима се посебно истиче Лав Семјонович Виготски. Према овом приступу учење и мишљење су више оствариви у социјалном контексту него што су последица индивидуалности. Нови нивои разумевања се освајају у интеракцији са другима кроз дискусију, размену идеја и проверу аргументованих позиција. У великој мери знање одређује конструисање, које је одређено културом, историјом и социјалним миљеом. Дакле, учење се одвија као последица учествовања у активностима (Rogoff, 1990 према Реџикан, 2010).

Значајна начела конструктивизма су:

- Знање се не може пренети слушаоцу који је пасиван, а свака особа мора да активно конструише своје знање.

Ово начело потиче од Жана Пијажеа. Важну улогу у формирању знања имају когнитивне структуре које су „носеће“ структуре наше свести чија конструктивна активност тумачи улазне податке искуства (Krsnik, 2008).

- Задатак схватања је примарно организовање света искуства, тако да знање није истинита представа онтолошке стварности. Истина као термин којим се описује реалност, замењен је термином одрживост (Krsnik, 2008).

Овај филозофски правац садржи и неке Кантове идеје, као што су то да је независтан свет „ствар по себи“ а да ми креирамо познати свет креирањем концепата. Присталице овога правца фокусирају се на то како појединац који конструише своје лично знање, конструише и одрживо знање односно оно знање које омогућује особи да се суочи са проблемом у контексту његовог појављивања (Krsnik, 2008).

Конструктивизам се развијао у три правца, као когнитивни социјални и радикални конструктивизам.

Оснивач когнитивног конструктивизма је Пијаже, који истражује како мозак индивидуе процесира информације у различитим фазама развоја. Приликом тог процесирања нових информација олакшавајући фактор је пређашње знање и искуство које служи да се ново знање повеже са предходним. Ако је пређашње знање недовољно, свака

индивидуа ствара нове концепте и појмове, како би се одржала равнотежа између постојећих когнитивних структура (Bay, Phan, 2014). Зато је потребно са становишта остварења наставне јединице, прилагодити наставни процес сваком ученику (Powell, Kalina, 2009, према Dunjić 2016). Да би се створиле везе између постојећих структура индивидуе и тек проживљених искустава индивидуе, према Пијажеу, у простору за учење би требало да се налази што више опипљивих и аутентичних објеката и ситуација (Blake, Pore, 2008).

Оснивач социјалног конструктивизма је Лав Виготски, који као и Пијаже сматра да индивидуа формира дубље разумевање, али захваљујући социјалној интеракцији са другим људима (Taber, 2011). Највећи део процеса учења, по социјалним конструктивистима одлази на вођење и пружање потпоре ученику и тзв. „scaffolding“, (енг. scaffolding – стварање скела) тј. стварање симболичких скела (Powell, Kalina, 2009, према Dunjić 2016). Социјални конструктивисти, стога, своју пажњу усмеравају на однос наставник-ученик, и однос ученика у групи.

Оснивач радикалног конструктивизма је Ернст вон Глезерсфелд, који на неки начин врши уједињавање когнитивног и социјалног конструктивизма (Glaserfeld 1989, према Dunjić 2016). Он сматра да је у основи сазнања превасходно постављена лична стварност онога који сазнаје, и да је она независна од друштвеног окружења у којем се налази. Како истиче Бабићева (Babić, 2007) синтеза когнитивног и социјалног конструктивизма чини основу за успешно остварење васпитно-образовне праксе, јер се спајају две супротности – индивидуални приступ сваком ученику и социјална интеракција која условљава његов развој (Blake, Pore, 2008).

Начела конструктивистичке дидактике могу се пронаћи у ставовима педагога осамнаестог и деветнаестог века. Разматрајући наставу као активан процес у чијем средишту би се налазио ученик, француски филозоф, књижевник педагог и мислилац, Жан Жак Русо сматра да деца треба да буду у свом природном окружењу, а учење не би требало бити лишено игре детета, којом оно треба да пронађе остварење сопствених жеља. У свом делу „Емил или о васпитању“ даје слику идеалног васпитања за које се залаже (Pоров, Јukić, 2006). Хајнрих Песталоци, швајцарски педагог, сматра да је искуство

најбољи учитељ, и да се знање може досећи обављањем рада у пољу и радионицама а не само учењем из књига (Роров, Јukić, 2006). Познат је и Џон Дјуј који је веровао да полазно искуство основа да се у средишњу тачку васпитно-образовног процеса постави и сам процес учења (Dewey, Dewey, 1915, према Дуњић 2016).

Ипак, конструктивистичка теорија није у свом изворном облику примењива у васпитно-образовној пракси јер минимизује улогу подучавања, негира постојање објективног знања, тражи изразиту индивидуалност процеса учења и строго конструктивни карактер учења (Јukić, 2013). Зато, постоје предлози за умеренију примену конструктивизма у васпитном-образовном систему, (Gojkov, 2011) јер у свом изворном облику конструктивистичка дидактика занемарује социјална, и морална питања (Palekčić, 2002, према Дуњић 2016). Таква умерена примена конструктивизма настоји елиминисати инертно знање засновано на искључивом познавању чињеница (Vošnjak, 2009, према Дуњић 2016).

Умеренија примена конструктивизма у васпитно-образовном систему јесте верзија конструктивизма која се зове едукацијски конструктивизам. То је најважнији облик конструктивизма за наставу и његове одлике су (Krsnik, 2008):

- знање се не може пренети пасивном ученику (примаоцу)
- знање је резултат личне конструктивне активности
- коначна истина се не налази у наставниковим подучавањима, то је само најбољи начин разматрања дате ситуације
- данашња наука последица је друштвеног консензуса научника, али то опет не значи да су научни концепти за разне људе идентични
- ситуација - окружење у учионици мора бити такво да се омогућује расправа међу ученицима у којој се постиже некакав облик консензуса – да би се то постигло нови садржај излагати у виду проблемских задатака
- битан је изразито интерактиван наставни процес између наставника и ученика
- наставник припрема проблемске задатке (ситуације) и има улогу координатора

- нове концепте у расправи не треба уводити дефиницијама, већ подстицањем проблемске ситуације у којој ученици сами увиђају да је пожељно увести нови концепт
- ученици надограђују своје лично знање, на постојећем знању које може бити засновано на ученичким претконцепцијама које је потребно да уочи наставник
- како би се открио начин мишљења ученика, често је потребно постављати таква питања која идентификују ученичке претконцепције
- флексибилност наставника у прихватању ученичких претконцепција је битна
- избор садржаја је потребно вршити на такав начин да се одреде ужи садржаји по обиму али дубљи по начину обраде. Често у физици садржаји су широки по свом свом обухвату, али веома плитки по обради, што не доприноси стицању процедуралног знања.

## 2.4. Блумова таксономија

Педесетих година двадесетог века, развијена је од стране Бенцамина Блума и сарадника таксономија, као средство класификације ученичких знања. Она је конструисана како наводе Блум и сарадници, са намером да олакша комуникацију, међу људима који се баве образовањем, едукацијским истраживањима и развојем курикулума (Bloom, Engelhart, Furst, Hill, Kratwohl, 1956). У когнитивном домену, постигнућа ученика описана су преко шест нивоа тежине: знање, схватање, примена, анализа, синтеза и евалуација.

Сваки когнитивни ниво у Блумовој таксономији има своје значење (Bloom 1981 према Ранчић 2013):

Знање је најнижи когнитивни ниво и подразумева репродукцију садржаја, јер је на овом когнитивном нивоу доминантна активност памћење. Ученик треба да репродукује идеје, наставно градиво и различите појаве. Треба да буде способан за репродукцију, дефинисање проблема, графички или табеларни приказ садржаја. Овај когнитивни ниво

обухвата знање терминологије и специфичних чињеница, затим познавање класификација, категорија, смерова и низова, као и методологије и напослетку знање генерализација, принципа теорија и структура.

Следећи виши когнитивни ниво по Блуму је схватање. Основа за овај когнитивни ниво је пре свега, комуникација коју ученик треба бити у стању извршити са другим појединцем. Значење садржаја не сме бити непознато ученику на нивоу схватања. Поднивои овог нивоа су: тумачење, превођење и екстраполација.

На непознатим путевима решавања датог проблема у конкретној ситуацији, огледа се когнитивни ниво примене. На овом когнитивном нивоу ученик треба бити у стању да влада садржајима нижих когнитивних домена знања и схватања, што би у конкретном случају значило да ученик може да ради рачунске задатке, демонстрира експеримент, излаже проблем и илуструје законитости.

Структура проблема и његови саставни делови могу бити подвргнути процесу анализе. Ученик на овом когнитивном нивоу треба да разуме проблем и његове саставне делове, као и односе и везе на који су делови организовани у целину. У настави физике ученик који се налази на когнитивном нивоу анализе, би требало да упоређује резултате мерења, анализира њихове бројне вредности, изводи закључке. Поднивои овог когнитивног нивоа су анализа елемената, анализа односа и анализа организационих начела.

Креативност појединца највише долази до изражаја уколико се он налази на когнитивном нивоу синтезе. Овај појам подразумева састављање, склапање делова у неку целину која пре тог састављања није постојала. Ученик на овом когнитивном нивоу треба да комбинује постојеће знање и вештине, и формулише и изграђује нове структуре од постојећих знања и вештина. Поднивои на нивоу синтезе су израда саопштења, израда плана, израда система апстрактних односа.

Евалуација или вредновање је највиши когнитивни ниво у Блумовој таксономији, и она је присутна онда када су присутни сви остали когнитивни нивои: знање, схватање, примена, анализа и синтеза. Да би се извршило вредновање идеја, радова, решења, метода,



садржаја и слично, потребни су одређени критеријуми и стандарди. Њима се процењује колико су појаве које вреднујемо, тачне, економичне, ефикасне или задовољавајуће. Ученик који се налази на когнитивном нивоу вредновања треба да је способан да оцењује вредност садржаја за дату сврху, помоћу квалитативних односно кватитативних критеријума. Постоји евалуација према унутрашњим и спољашњим критеријумима.

Првобитна верзија Блумове таксономије је ревидирана у том смислу, што је једнодимензионални модел замењен дводимензионалним моделом који садржи две димензије – димензију знања и димензију когнитивних процеса (Krathwohl, 2002). Димензија знања обухвата фактографско знање – знање терминологије, специфичних детаља и елемената, концептуално знање – знање класификација и категорија, принципа и генерализација, као и теорија, модела и структура, процедурално знање – знање специфичних вештина и алгоритама, као и техника и метода, као и критеријума за употребу одговарајућих процедура. Напоследку у структури димензије знања налази се метакогнитивно знање које подразумева знање о стратегијама учења, знање о когнитивним задацима укључујући и самоспознају – укратко метакогниција подразумева знање о знању и схватању процеса и појава (Krathwohl, 2002). Структура димензије когнитивних процеса је таква да она обухвата когнитивне процесе као што су: памћење, разумевање, примена, анализирање, вредновање и стварање. Сваки од тих нивоа је организован на поднивое. Тако памћење има два поднивоа – препознавање и присећање, разумевање - подразумева тумачење, навођење примера, класификацију, сумирање, извођење, поређење, објашњавање, примена - извршавање и имплементацију, анализа - подразумева диференцирање, организовање и описивање; вредновање - обухвата проверавање и изношење критике, и напоследку стварање подразумева генерисање, планирање и произвођење.

## **2.5. Мапе ума**

### **2.5.1. Историја мапа ума**

Креативно размишљање је последица човекове тежње да у складу са својим способностима савлада препреке које су постављене пред њега у његовом животу. Наравно, увек је могуће решавати проблеме у сарадњи са другим индивидуама-особама,

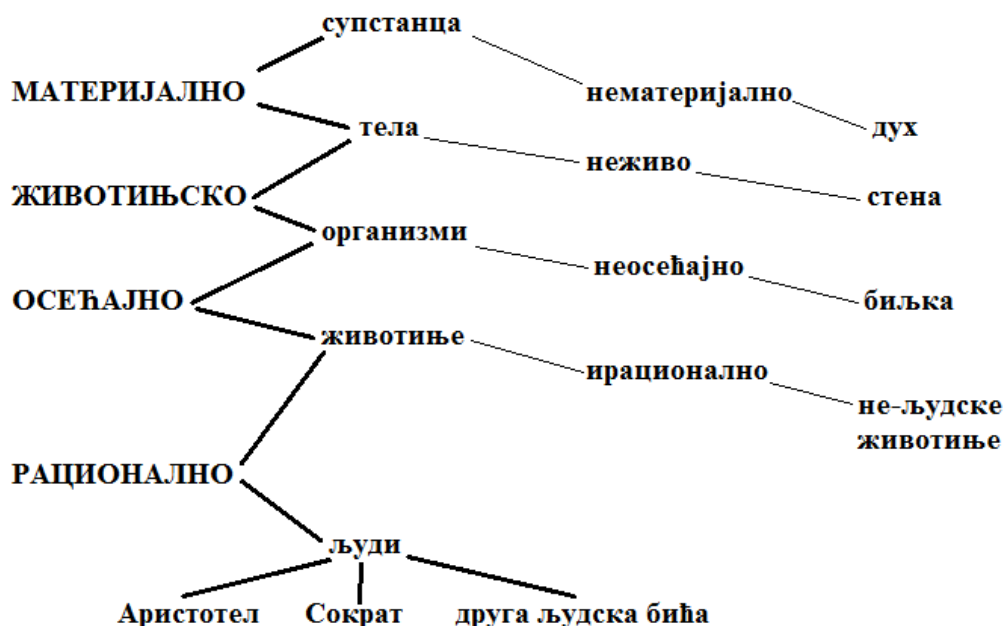
али је потребно извршити међусобну комуникацију на што лакши и једноставнији начин. Та комуникација би допринела изношењу на видело могућег решења проблема и да би се остварила на релевантан начин, са становишта решења проблема, било би добро да се оствари кроз визуелно-просторну представу путем графичких симбола. Ти симболи би представљали ентитете-моделе стварног реалног света, а били би садржани у дводимензионалном или, можда чак и тродимензионалном приказу. Током историје, углавном због ниског техничко-технолошког нивоа развијености, у прошлости, заступљени су готово увек, дводимензионални прикази идеја људи који су покушавали да пронађу решење неког проблема, изврше класификације по различитим критеријумима разних појава, или једноставно изнесу у хијерахијском редоследу своје идеје по принципима асоцијативности. У све те сврхе користили су графичке репрезентације знања – *мапе ума*, од најранијих времена до данас.

Можда би се са опште тачке гледишта могли запитати, шта представља слика у свести човека ? Јасно је да речи и структуре грађене од њих – реченице, сигурно представљају мисли, али самим тим се да поставити питање, шта би представљале слике у менталној структури човека ? Ово питање је у толико релевантније уколико се заузмемо за чињеницу да мапе ума јесу графички прикази који се представљају најчешће у једној равни, путем различитих симбола.

Наравно, током дугог периода развоја људске цивилизације, мапе ума су се развиле и користе се у разним сегментима савременог живота. Према писцима књиге „Мапе ума“ (Buzan, Buzan, 1999) „број људи који су почели да користе бриљантно размишљање и мапирање ума растао је скоро логаритамском прогресијом“, али од 1974. године када је објављена од стране поменутих аутора, родоначелна књига у области мапирања ума – „*Користите обе хемисфере мозга*“. У историји могу се наћи примери бројних креативних људи и мислилаца који су користили мапе ума. Први дијаграм из прошлости, који садржи идеје или концепте Аристотела, направио је Порфирије из Тира у трећем веку (Обадовић, Ранчић, Бошњак, 2014), слика 2. Неки чувени мислиоци и људи који су првенствено графичко-визуелне представе користили при свом интелектуалном раду били су Леонардо Да Винчи, који је био „сликар, проналазач, инжењер, математичар, писац, музичар, архитекта, ботаничар, геолог, скулптор, анатом и више од тога“, затим Алберт Ајнштајн

„који је употребљавао мапе ума на неконвенционалне начине да би креирао неконвенционалне начине размишљања“. Такође, познат је др Алан Колинс, амерички когнитивни психолог, који се сматра једним од оснивача модерног мапирања ума. Према Колинсу графичко размишљање може нам помоћи у креирању значајнијих технологија, учинити помаке ка извршавању бољих производа и услуга, као и побољшавању процеса који воде ка математичким открићима. Чувен је и нобеловац физичар, Ричард Фејнман, који је сматрао да машта креативност и визуелизација представљају есенцијалну суштину у изношењу открића на светло дана, али и већ поменути Тони Бузан, британски аутор, који верује да су писмени и добро образовани индивидуалци ограничени јер су у немогућности да користе многе од концептуалних алата за мишљење, укључујући и мапе ума, (Rhodes, 2013).

У данашње време постоје бројни софтверски алати који примењују у основи могућности рачунара и који омогућавају креирање мапа ума, као што су: (енглески називи софтверских алата-програма) MindMeister, LucidChart, Bubbl, Comapping, Wisemapping, Mindjet, Coggle, Freemind, Mapul, Xmind и други (Jelić, 2014).



Слика 2. Концептна мапа Порфирија из Тира (прилагођено са <http://faculty.washington.edu/smcohen/433/PorphyryTree.html>)

### 2.5.2. Дефиниција мапа ума

„Мапе ума су, формално, специјални дијаграми који се могу користити у свим ситуацијама које укључују потребу за учењем и размишљањем у било ком облику.“, (Ковачевић, Сегединац, 2007). Пошто школско учење представља скуп више ситуација које подразумевају решавање проблема, организовање података, прављење бележака, писање, прављење говора и презентација, мапе ума се нуде као алатка за све те активности. Коришћењем мапа ума долази до побољшања наших интелектуалних потенцијала (памћења, размишљања, схватања и уочавања односа и веза између појмова и концепата, итд.). Како истиче Бузан, (Buzan, Buzan, 1999) мапа ума као моћно графичко средство може бити кључ за ослобађање потенцијала мозга и она има четири основне карактеристике, (Buzan, Buzan, 1999):

- У централној слици је концентрисан предмет пажње
- Из централне слике *гранају* се главне теме предмета
- Кључне речи налазе се на гранама које могу бити повезане са гранама вишег нивоа
- Повезана „чворишна“ структура добија се повезивањем грана

Човек у мозгу поседује леву и десну хемисферу, при чему користи обе подједнако. Лева и десна хемисфера мозга су одговорне за различите активности. Тако, лева хемисфера је одговорна за речи логику, бројеве, редослед, линеарност, анализу и спискове, док је десна одговорна за ритам, машту, просторност, боје, сањарење, гешталт (целовитост) и димензије, (Stanković, Randić, 2008) слика 3, (преузето из: Stanković, Randić, 2008):



Слика 3. Задаци леве и десне хемисфере мозга (прилагођено из Stanković, Randić, 2008)

Мапе ума показују се вишеструко корисним у разним областима људских активности. Ваља набројати само неке од значаја за овај рад: побољшава памћење, негују креативност, побољшавају процес учења, као и одржавање презентација, боље организују мисли појединца који их користи, као и писање.

Уобичајне методе памћења информација приморавају мозак појединца да ради линеарно, и ометају природно функционисање мозга. Мозак ради по принципу асоцијација, и на основу њих може повезивати идеју, податак – појединачну информацију са великим бројем других идеја и концепата (Anokhin, 1973).

Мапе ума, стога, одражавају природност функционисања мозга, јер имају разгранату радијалну структуру која се грана од централног појма. Кључан је централни појам, а од њега се полазе гране које карактеришу ток мисли и идеја које су везане по принципу асоцијација. На мапи ума налазе се симболи, линије, боје, кључне речи, и слике са мање писаног текста, за разлику од уобичајних линеарних бележака.

Технику мапа ума је смислио и широко популаризовао међу људима Тони Бузан, 1970-те године. Та техника, организује информације на начин који је самом мозгу појединца прихватљив. Она се појављује као одлично средство за убрзавање учења, креативност, бољу организованост, решавање сложених проблема, али и уштеду времена.

Само дизајнирање мапа ума, опонаша рад мозга јер се симболички и визуелно на папиру представљају везе између концепата, што доприноси изграђивању бољих веза у самом мозгу, и бољем присећању информација.

Да се закључити да мапе ума дају могућност појединцу да размишља визуелно. На тај начин остварује потпунији потенцијал свога мозга, који има ограничене меморијске ресурсе.

Управо поменути визуелан начин размишљања према Новаку ( Novak, 1998) тражи већи ниво ангажмана и мотивације, што за последицу има чињеницу да је мапирање ума процес који је садржајнији и захтевнији од простог меморисања чињеница или бројки. Такође мапе ума, према неким истраживањима имају позитиван утицај на разумевање апстрактних појмова (Roth, Roychoudhury, 1992). Мапирање ума као техника бележења информација представља пре свега један лични чин изношења на видело мисли и идеја. Опажања која појединац који ствара мапу има, имају важну улогу у смештању, асимилацији, организовању и задржавању података (Ornstein, 1986, 1991).

Према Мајклу Типеру (Tippert, 2008) приликом мапирања ума битно је користити кључне речи. Кључне речи су речи које представљају „окидни импулс“ за што је могуће више релевантних асоцијативних значења. Њиховим коришћењем се смањује број речи које се користе на мапи али се не смањује количина информација повезана са њима. Проналазак кључне речи може бити отежан, уколико је она заробљена у реченици, али њеним одабиром наводимо свој ум да „копа“ дубље у потрази за новим значењима, слика 4.



Слика 4. Кључна реч покреће бројне асоцијације  
 прилагођено са: Think Buzan LTD (н.д). Mind Mapping Scientific Research and Studies

Коришћење разних боја је веома корисно и стимулативно приликом креирања мапа ума,



слика 5.

Слика 5. Употреба различитих боја за ознаку главних тема  
 прилагођено са: Think Buzan LTD (н.д). Mind Mapping Scientific Research and Studies

У многим истраживања показан је значај презентовања материјала у виду слика .Познат је израз да слика вреди више од хиљаду речи. Мапе ума садрже бројне слике,

цртеже и симболе, слика 6. За преношење централне теме или употпуњавање кључне речи користе се слике.



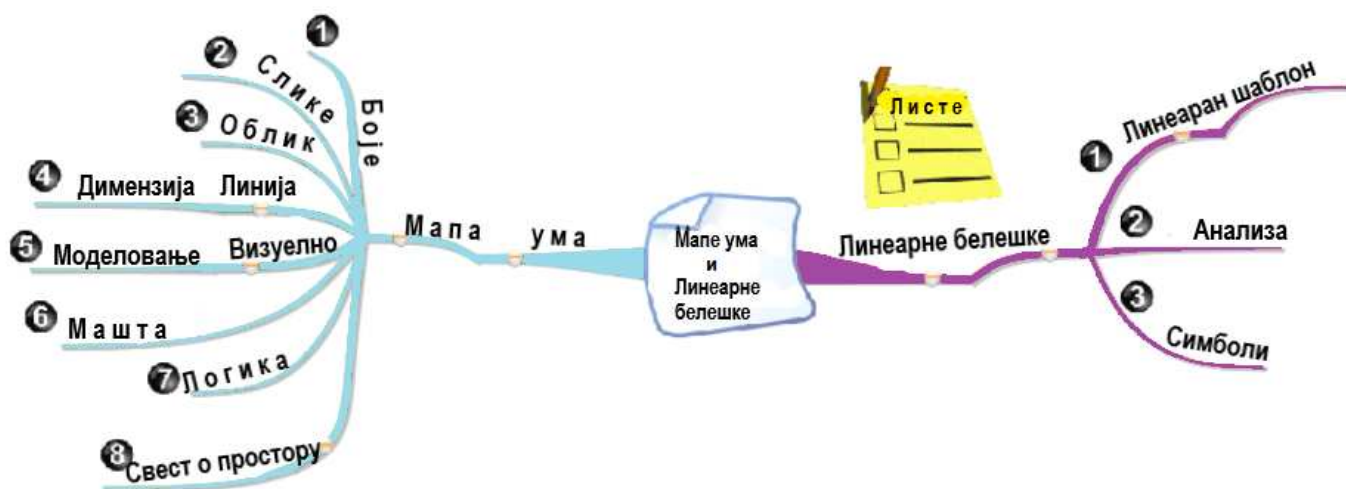
Слика 6. Мапа ума садржи слике

прилагођено са: Think Buzan LTD (н.д). Mind Mapping Scientific Research and Studies

У истраживању које су спровели Англин, Ваез и Канингамова, потврђена је супериорност меморисања слика у односу на памћење речи (Anglin, Vaez, Cunningham, 2004). Студија Ралфа Хабера показује да људи готово фотографски памте слике (Haber, 1970). Ако додамо визуелни материјал у презентацију можемо повећати садржај зампамћеног и до 55% (McArdle, 1993). Студија која је урађена на Универзитету у Пенсилванији у школи Вартон показала је да је у презентацијама које користе визуелне елементе, очигледна предност на њиховој страни, у односу на вербалне презентације. Предаваче који су презентовали садржај употребом визелних елемената публика је доживела као ефикасније, концизније, јасније, занимљивије, професионалније, уверљивије, и надамце боље припремљеније за разлику од оних који нису употребљавали



визуелне елементе у својој презентацији (Wharton School, 1981). Поређење својстава мапа ума наспрам својстава линеарних белешки дато је у виду мапе ума на слици 7.



Слика 7. Мапе ума наспрам линеарних белешки

прилагођено са: Think Buzan LTD (н.д). Mind Mapping Scientific Research and Studies

Иконе су важне у обради неких тема помоћу мапа ума. Оне представљају мале, визуелне симболе (троуглове, бројеве крстиће, кругови и слично) који дају предност коришћењу мапама ума, слика 8.



Слика 8. Употреба икона на мапи ума

прилагођено са: Think Buzan LTD (н.д). Mind Mapping Scientific Research and Studies

Мапирањем ума промовисано је дивергентно и креативно размишљање (White, Gunstone 1992). Везе између различитих делова мапе могу се добити повезивањем различитих делова мапа стрелицама, као на слици 9. Тиме се могу лако испитати образци мишљења, и сличности и везе између информација у различитим деловима мапе.

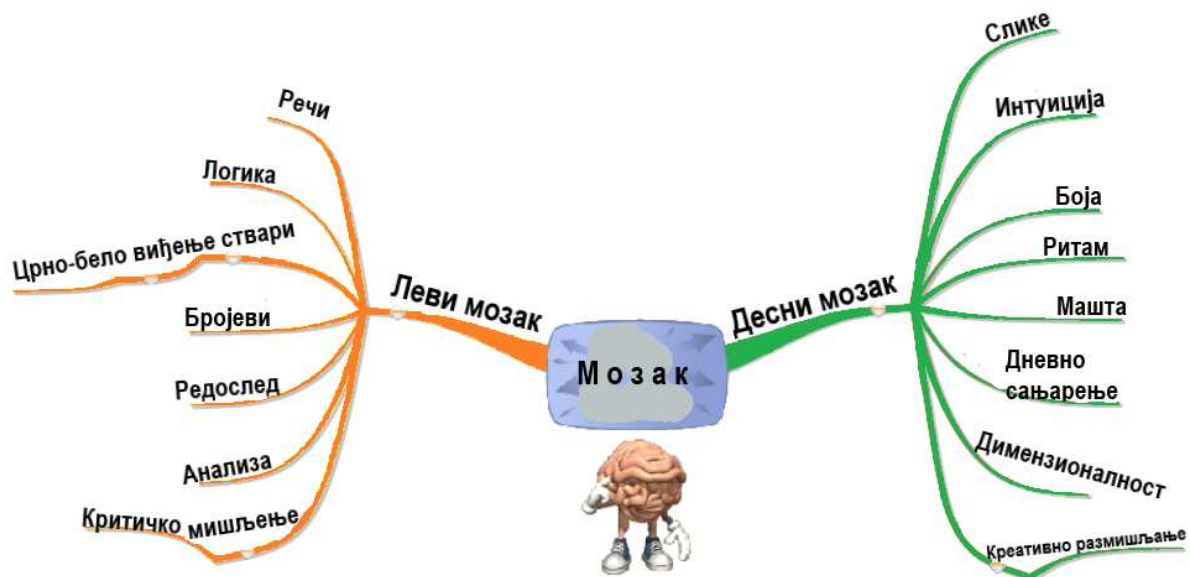


Слика 9. Прављење везе на мапи са релацијским стрелицама

прилагођено са: Think Buzan LTD (н.д). Mind Mapping Scientific Research and Studies

Др Спери је 1968. године (Sperry, 1968) дошао до важног открића, на које се ослањају мапе ума. Он је потврдио да је церебрални кортекс „мислећа капа“ мозга, и да је подељен на леву и десну моздану хемисферу – два дела мозга која су одговорна за обављање различитих функција:

- Лева хемисфера мозга је задужена за читање, писање, аритметику, симболичку дедукцију, језик. Она води рачуна о редоследу ствари тј. о линеарности, посматра ствари црно-бело, бави се вербалним аналитичким и логичким размишљањем.
- Десна хемосфера мозга води рачуна о нашој креативности, машти и размишљању. Бави се интуитивним, опажајним информацијама, емоцијама, бојама, ритмом, дезенима, облицима. Овај део подстиче размишљање о целовитости, и настоји да утврди просторне односе између делова и целине (гештALT размишљање). Информације обрађене од стране десне хемисфере су обрађене у нелинеарном и несеквенцијалном стилу.



Слика 10. Особине левог и десног мозга

прилагођено са: Think Buzan LTD (н.д). Mind Mapping Scientific Research and Studies

Крајњи циљ употребе мапа ума, био би рад мозга на оптималном нивоу. Да би се ово постигло, потребно је интегрисати у што већој мери рад и леве и десне мождане хемисфере, јер свака вештина којом је мозак овладао, па припадала она било левој или десној хемисфери, подстиче рад и самим тим перформансе осталих делова мозга. Међутим, оно што је негативно и што би требало избећи употребом мапа ума јесте чињеница да друштво често са становишта пожељности форсира рад само једне од две половине мозга, подстичући активности за које је конкретна половина мозга одговорна. Конвенционалне методе наставе више подржавају рад леве половине мозга, него десне. Особине левог и десног мозга, дате су на слици 10 у виду мапе ума.

Према неким ауторима (Wycoff, 1991), коришћењем мапа ума долази до ангажовања различитих когнитивних функција и процеса. Подстицање креативности код младих људи може бити боље изведено, само ако су уз труд и залагање младог бића ангажовани целокупни интелектуални потенцијали.

Када се користе мапе ума које подстичу рад обе половине мозга читав спектар вештина бива искоришћен. Тако се на папиру, који представља основ за уметнички просторну

слику – мапу ума, повезују логичке структуре са маштом (Svantesson, 1992). Лева страна мозга бива активирана кључним речима на мапи, док додавањем слика, боја, тродимензионалности се активира десна мождана хемисфера – десни креативни мозак.

Према Гарднеровој теорији, (Gardner, 1993), сваки појединац има више различитих интелигенција као што су: лингвистичка, математичко-логичка, музичка, просторна, интелигенција међуљудских односа, природњачка. По Гарднеру, не уче сви на исти начин. Сви појединци поседују ове интелигенције, али се разликују по облику ових вештина и њихових релативних предности.

Мапе ума такође нуде алтернативу у учењу ученицима који имају проблеме у учењу и приликом вербалног и писаног изражавања (Peterson, Snyder, 1998).

Од када је популаризовао мапе ума међу разним узрастима Тони Бузан је утицао да ова метода буде прихваћена широм света. Мапе ума могу бити основни алат за наставу и учење. Ова техника је радо прихваћена од стране ученика, који су тако добили ефикасан алат за разумевање садржаја, повећање меморије и памћења, као и ревизији садржаја неког предмета.

Многа истраживања указују на ефикасност технике мапа ума. Ефикасност коришћења технике мапа ума приликом побољшавања чињеничког знања из писаних информација проучавано је од стране истраживача Фаранда, Хусеина и Хенесеја (Farrand, Hussain, Hennessey, 2002). Пажња истраживача, била је усмерена на мапе ума као помоћном средству при учењу. Ефикасност технике испитивана је на узорку који су чинили студенти медицине друге и треће године студија. У узорку је било 50 студената који су имали задатак да науче научни текст од 600 речи и који су требали да ураде три кратка теста заснована на тексту. Извршена је затим насумична подела студената у две групе – једна је била група названа „мапе ума“ а друга је била група која је могла „самостално да бира технику учења“. Учесницима је речено да га уче употребљавајући своје изабране методе учења. Након датих задатака, а и недељу дана касније, мерен је запамћен садржај. Запамћен садржај је био постојан у обе групе, али је само група која је користила технику мапирања ума боље запамтила садржај након недеље дана. Што се тиче мотивације, група која је самостално бирала технику учења, је имала већу мотивацију за разлику од групе у

којој је примењена техника мапирања, вероватно због неспремности учесника у групи мапе ума да користе ту нову технику за учење.

Аутори су истакли да ова метода има предност у односу на конвенционалне методе учења, и да би студенти са били одушевљени овом методом што доводи до ефикасније обуке за остваривање плана и програма у медицинском образовању.

У истраживањима Цона Бада (Budd, 2004), су мапе ума представљене као средство за превазилажење традиционалних стилова учења помоћу табле и креде. Рад приказује могућност употреба мапа ума у сврху различитих стилова учења, и обнављања енергије у току семестра. Вежба је организована тако да у оквиру једног предмета ученици стварају мапе ума на задату наставну тему. У групама од по три члана, од ученика је затражено да размисле који је први корак у формирању мапа ума. Током вежбе инструктор се креће међу ученицима и даје им повратну информацију о процесу формирања мапе.

Током пролећа 2002 године примењена је онлајн анкета коју је попунило 60% испитаника, који су требали да процене различите вежбе на курсу, и којем стилу ученика припадају према Колбу, који одређује четири типа ученика: асимилатори, конвергентни, дивергентни и акомодатори. Тиме је утврђивано да ли у учењу ученици фаворизују размишљање, посматрање или осећање.

Овим истраживањем подржата је идеја активног учења, а ученици са вишим резултатима су се сложили око позитивног утицаја учења заснованог на мапама ума. Због омогућавања сарадње међу ученицима мапе ума су погодне за обнављање градива на средини семестра.

Употреба мапа ума у настави и учењу испитивана је у истраживачком пројекту Бојсонове (Boyson, 2009) код деветогодишњака. Истраживања предвиђају да ће ученици доживети и схватити мапе ума као стимулативнију технику у односу на технику пасивног линеарног хватања белешки.

У свом истраживању, Бојсонова је мапе ума испитивала на три различита начина:

- 1) Мапе ума као средство за белешке које доприносе наставниковом знању. *iMindMap* софтвер је коришћен за белешке о предметима.

- 2) Коришћење мапа ума за изношење информација студентима на часовима које су направљене у *iMindMap* софтверу у виду презентација у *Power Point*-у.
- 3) Мапе ума као средство ученичких бележака. Ову методу ученици су користили на часу на којем им је она представљена од стране наставника. Након овог задатка спроведен је мали панел интервју у којем је затражено мишљење ученика о новоуведеној техници.

Из перспективе наставника, мапе ума су вишеструко корисне јер омогућавају разумевање, логичку структуру наставе као и боље памћење садржаја предмета.

Из угла ученика, добијају се подаци који говоре у прилог употреби мапа ума у настави. Наиме, на узорку од испитаних 22 ученика, добијени су следећи подаци. Више од 68% ученика је рекло да би користило мапе ума за понављање. Више од 72% ученика је изјавило да су им мапе ума помогле да сазнају како се теме уклапају у предмет, а мапе ума волело би да користи 75% испитаника на другим часовима. 80% ученика сматра да им мапе ума помажу да се сете информација. У мапама ума уживало је више од једне трећине ученика на часу, а двојици ученика се не допадају мапе ума.

Иако су мапе ума биле корисне наставницима, одређен број ученика је наишао на напор који је требало уложити да би се креирала мапа ума, што би се вероватно могло превазићи да се техника мапирања ума предходно уведе вежбањем међу ученике.

Мапе ума могу се користити за унапређење писања ученика што потврђује истраживање Ал-Џарфа (Al-Jarf, 2009). У истраживању овога аутора учествовало је 86 испитаника, који су били подељени у две групе, по 43 испитаника у свакој. У контролној групи ученици су радили на основу уџбеника док су у експерименталној радили путем мапа ума. Пре увођења наставне инструкције, није пронађена значајна разлика у способности писменог изражавања у обе групе. Током 12 недеља дате су писане инструкције у обе групе, а испитаници су тестирани недељно и напослетку са финалним тестом.

Финални тест је показао да су испитаници у експерименталној групи показали више нивое постигнућа у писменом изражавању уз бољу организацију и повезивање идеја. Мапе

ума испитаници су доживели као забавне и корисне, што је допринело бољој изградњи смислених веза на визуелни начин.

У математичком образовању такође је могуће користити мапе ума. О томе говори рад Астрид Бринкман (Brinkmann, 2003). По поменутом аутору, мапе ума могу помоћи у организовању информација, могу се користити као помоћ при меморисању садржаја и његовом понављању, затим при повезивању нових информација са постојећим знањем код ученика. Оне омогућавају да когнитивне структуре ученика постану видљиве, поспешују креативност и напослетку помажу да се уочи веза између математике и остатка света. Иако се, како истиче аутор, мапе ума ретко користе у математичком образовању, ипак повратне информације указују на то, да су ученици који нису били добри у математици извукли користи од мапирања ума. Они су схватили односе и везе између математичких концепата док су правили мапу ума. (Brinkmann, 2003).

Преко 70 свршених студентата МБА Лојола колеџа у Мериленду (САД) одговарало је на питања да би се утврдиле њихове реакције након што су упознати са мапама ума, а пошто је ова техника уведена на практичном нивоу током њиховог курса. Иако су неки од студената користили линеаран начин прикупљања бележака, многи од њих истичу предност нелинеарног бележења информација. Презентације су такође прављене од стране студената који су при томе користили транспарентност мапа ума, а такође су били у стању да се боље присете и обраде информације које су чували просторно а не линеарно. Употреба мапа ума је допринела повећању ентузијазма код студената приликом савладавања додељеног материјала. Укратко, мапе ума помажу студентима када треба да сакупе, обраде и протумаче велики број информација (Mento, Martinelli, Jones, 1999).

Истраживање које је спроведено у Сингапуру показује позитивне ефекте када је у питању памћење деце узраста од 9 до 12 година која су користила технику мапа ума. Сврха истраживања била је поређење дечијег присећања, скупа речи у две групе, контролној и експерименталној, које су се односиле на предмет са којим су деца била упозната. У контролној групи деца су требала да се присете речи од скупа од 30 речи техником набрајања, а у експерименталној групи је коришћена мапа ума са потпуно истим речима, која је прављена помоћу софтвера. Истраживање је спроведено у следећим



временским интервалима: 1 сат, 2 сата, 6 сати, 1 дан и 7 дана. Закључак истраживања је био да се мапе ума показују бољом техником којом је побољшано дечије присећање, у односу на технику набрајања (Тоi, 2009).

Мапе ума су се показале као ефикасно средство за убрзавање учење код дислексије. Код дислексије често постоји ограничење у раду једног дела мозга. Мапе ума могу да помогну да се оживи други део мозга, како би делови радили заједно, чиме би се превазишло ограничење дислексијом. Ученику/студенту који је био на путу да достигне просечне резултате на својим завршним испитима је представљена техника мапа ума и почели су у почетку да користе ову технику користећи искључиво слике како би запамтили информације. Након стицања поверења у памћење мапе на овај начин, ученик/студент укључује све више и више речи у мапе ума. Резултат је био да су мапе ума помогле да се заобиђе дислексија, и да ученик/ студент постигне резултата далеко веће од очекиваних. Елејн Колијар, особа која има дислексију, почела је да користи мапе ума које се састоје само од слика, како би јој помогле да памти информације. Мапе уме су јој помогле да постигне бољи успех у школи и на факултету. Елејн Колијар је сада шампион у мапама ума и шкотски тренер брзог учења (Kenyon, 2002).

Унапређење мапа ума као наставног средства био је главни циљ рада (Goodnough, Woods, 2002), у коме су представљени резултати истраживања спроведеног у периоду од септембра 2000. до јуна 2001. године. Главни циљ истраживања је подељен на четири дела која обухватају:

1. истраживање природе мапе ума као педагошког средства.
2. Развијање вештина ученика шестог разреда помоћу мапа ума.
3. Вишетрука примена мапа ума на наставни план и програм шестог разреда.
4. Утврђивање перцепције ученика о мапама ума након коришћења током дужег временског периода.

У раду је извршена квалитативна анализа интерпретативне студије о перцепцији 15 ученика шестог разреда) на основу различитих извора, који обухватају полуструктуриране интервјуе, белешке са терена, отворене упитнике и документа. Мапе

ума су креирали наставници и након обуке су коришћене од стране ученика као помоћно средство приликом савладавања градива, разумевања концепата и идеја. Поред тога, ученици су користили мапе ума на разне начине (индивидуално и у групама), и учествовали су онлајн у обради наставне јединице која се зове *Blue Ice*.

Позитивни резултати овог истраживања били су вишеструки. Могу се поделити у четири групе:

1. 60% ученика окарактерисало је мапе ума као забаван, подстицајан и узбудљив приступ учењу, јер могу да искажу креативност приликом креирања истих, кроз дизајн, одабир боја, симбола.
2. Ученици су препознали вишеструку корисност мапа ума као средства приликом савладавања научних дисциплина.
3. Мапе ума су препознате као техника у којој ученици могу да изразе своју индивидуалност и креативност и као такве рађе су коришћене у индивидуалном раду.
4. Прегледније белешке, повећање пажње приликом учења, систематизација процеса мишљења и лакше савладавања нових појмова, резултовало је тиме да ученици оцене мапе ума као средство за учење са вишеструким предностима.

Као позитивне аспекте употребе мапе ума у процесу учења наставници укључени у испитивање истакли су чињеницу да су ученици са слабијим способностима писменог изражавања показали веће самопоуздање приликом савладавања нових садржаја употребом мапа ума.

Већини ученика су се допале мапе ума и били су у стању да укажу на неколико начина који су побољшали њихово учење природних наука. Увид стечен током истраживања указује на то да ће мапе ума да стекну углед у учионицама тек када се буду више користиле на годишњем нивоу или преко разредних нивоа наставних планова и програма. Аутори предлажу да је више истраживања потребно да се утврди да ли је техника погоднија за старије или млађе ученике, да ли је ефикаснија код механизма за

оцењивање или сумативно средство за процену и да ли има потенцијал да побољша писање у науци.

Упркос релативно скромном узорку испитаника ово истраживање указује на вредности мапа ума као средства за учење, због чињенице да су препознате од стране ученика као вишеструко корисно средство које им је помогло да савладају низ проблема приликом савладавања градива у природним наукама. Како би мапе ума биле потпуно имплементиране као средство за учење, аутори сматрају да је потребно да се оне примењују у дужим временским интервалима и на више предмета. Као теме за даље истраживање аутори издвајају утврђивање најоптималнијег узраста за употребу мапа ума као и утврђивање њиховог тачног, најоптималнијег места у наставном плану и програму, као и ширем изучавању природних наука.

У студији Ралстона и Кукове (Ralston, Cook, 2007) испитано је како визуелни материјал тј. коришћење мапа ума помаже деци . Они настоје да одговоре на следећа питања:

- Који су начини на које мултимодални софтвер за мапе ума може подржати дечије истраживање и презентацију идеја?
- Како се мапе уме које направе деца могу анализирати?
- Да ли су примери разговора деце у групама доказ сарадње ?

На основу истраживања спроведеног у две енглеске основне школе током шестонедељног периода употребе мултимодалног софтвера, мапа ума оцењена је као корисна. Након иницијалног упознавања са софтвером и периода истраживања његових могућности ученици су брзо били у стању да га уз помоћ предавача користе за решавање специфичних, појединачних проблема са којима су се сусрели, чак и када су били суочени са ограничавајућим факторима, какав су рокови за завршавање задатка. Софтвер је пружио могућност ученицима да доносе сопствене одлуке приликом израде мапе ума и коментари ученика су показали да су препознали предност мапа. Анализа мапа је показала да су деца очигледно користила организациони принцип, иако је било некад

недоследности, на пример, у правцу стрелица. Све групе су могли да заврше своје мапе и реше проблем који им је био постављен од стране наставника.

Кроз истраживање које је спроведено од стране Аби-Ел-Моне и Адб-Ел-Калика (Abi-El-Mona, Adb-El-Khalick, 2008) је испитана корисност мапа ума као средства за учење, као и зависност учинка мапе ума на процес савладавања градива од претходног успеха у школи. Истраживање је извршено у периоду од неколико месеци на узорку од 62 ученика (старости од 13 до 14 година) уписаних у четири разреда, од којих је половина припадала експерименталној групи која је радила са мапама ума, док је половина ученика припадала контролној групи, која се фокусира на специфичан начин организације белешки.

Анализа података указује да су ученици експерименталне групе постигли статистички значајну разлику у постигнућу у поређењу са ученицима контролне групе независно од школских резултата и достигнућа у периоду пре истраживања.

Ученици који су припадали експерименталној групи која је користила мапе ума показали су раст од 15% у поенима у односу на ученике у контролној групи, чиме је доказана корисност мапа ума у поређењу са другим средствима за организацију белешки у свим циљним категоријама. Као најзначајнији аспект квалитета мапа ума и њеног утицаја на побољшање успеха приликом савладавања новог градива показале су се везе централних тема и већих и мањих концепата, као и употреба боја. Овом студијом показана је вредност мапа ума на развој способности ученика за учење природних наука у средњим школама, независно од раније академске успешности ученика, захваљујући индивидуалном приступу учењу које мапе ума пружају, посебно у погледу индивидуалне организације информација и њиховог визуелног представљања које присећање чини знатно олакшаним.

У члану Хаскелове (Haskell, 2005) је документована и анализирана употреба мапа ума у Веренвуд (енг. Warrenwood) основној школи у периоду од 2003. године, а у циљу подстицања различитих начина учења науке. Употреба мапа ума дала је посебно добре резултате која преферирају визуелну комуникацију. Код овакве деце употреба слика помогла им је да запамтите различите чињенице, пре него памћење дугачких белешака.

Предности мапа ума су у томе да цртање асоцира на игру више од записивања, те је прављење мапа ума перципирано као забавна активност од стране ученика; мапе ума помажу деци приликом присећања градива које је предмет стандардних тестова. Оне омогућавају индивидуализацију учења, применљиве су на све предмете и дају лични приступ учењу.

## **2.6. Когнитивно оптерећење**

### **2.6.1. Историја когнитивног оптерећења**

Историја теорије когнитивног оптерећења уско је повезана са напредовањима у психолошким истраживањима која су се тичала људске когнитивне архитектуре и процесирања информација. Ослањајући се на истраживања у психологији, можемо разликовати два периода у развоју теорије когнитивног оптерећења: пре 1976. године, када су установљене поставке у психолошкој теорији и после 1976. године, када захваљујући радовима Џона Свелера, и теорија почиње свој развој. Разматрање историјског развоја теорије когнитивног оптерећења биће обрађено по поменутом два периода, из перспективе Свелера са нагласком на историјске тренутке који су афирмисали теорију когнитивног оптерећења.

Психолошке основе теорије когнитивног оптерећења постављене су још 1956. године пре свега, радом Милера (енг. „Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information“) којим се он одређује ограничења приликом процесирања информација које су испитанику упућене, ради добијања његовог одговора. Ове основе теорије когнитивног оптерећења везане су за типове меморије човека која у основи може бити радна и дугорочна меморија. Радна меморија има ограничен капацитет, и по Милеру она може процесирати од пет до девет смисаоних јединица упућених од једном испитанику, што у поменутом раду Милер исказује бројем седам и интервалом од плус/минус два (Miller, 1956). Милер за део информације коју треба усвоји користи термин „чанк“ (енг. – chunk – део, комад) и сматра да добар део учења одлази на формулацију ових фамилијарних јединица. Да би установио асимптотске карактеристике радне меморије, тј. њена ограничења, Милер препознаје важност

груписања улазне секвенце у чанкове, од којих сваки носи одређен број бита улазне информације. Током 1973. године, Чејс и Симон (енг. Chase, Simon) су анализирајући способност игре шаха код играча различитог нивоа експертизе, (од почетника до шаховског мајстора) закључили да играче, као субјекте у експерименталном истраживању, посебно мајсторе, карактерише способност чувања информација у већим деловима („чанковима“) при чему сваки од њих је одређен неком позицијом фигура на шаховској табли. Те информације биле су део хијерархијске организације „чанкова“ у складу са нивоом експетизе шаховског играча (Chase, Simon, 1973).

Већ 1976 године, Џон Свелер публикује рад „Утицај сложености задатка и више о правилима учења и решавања проблема“ (енг. The effect of task complexity and sequence on rule learning and problem solving) (Sweller, 1976) у којем спроводи истраживање над две групе студената. Једна група је названа „проблемска група“ а друга група је група „радни пример“. „Проблемска група“ је добила више проблема за вежбу, док група „радни пример“ има исте проблеме са решењем за сваки други проблем. У експериментима се успешнијом показала група „радни пример“, и по мишљењу Свелера и сарадника успех приписан мањем когнитивном оптерећењу. Пошто су испитаници у поменутиим Свелеровим експериментима решавали проблеме из алгебре, наредни корак био је покушај да се радним примерима учине проблеми из геометрије или физике, како би се испитала њихова ефективност. Међутим, ови проблеми били су неефективни са становишта учења, јер су имали структуру такву, да нису смањивали једну врсту когнитивног оптерећења, која се зове екстерно (спољашње) когнитивно оптерећење. Постављало се питање, како структурирати и ове проблеме, тако да буду подложни учењу, при којем не би дошло до презаузетости капацитета радне меморије. Одговор је пронађен у елиминисању ефекта подељене пажње, који се састоји у томе да ученик мора поделити пажњу између два појединачна извора информација, која не могу бити појединачно схваћена. Последице интегрисања тих извора информација у једну смисаону целину доводи до когнитивног оптерећења радне меморије, уколико су извори просторно одвојени ( Clark, Nguyen, Sweller, 2006).

Следећи у хронолошком смислу ефекат јесте ефекат сувишности. Ефекат сувишности подразумева да је поновљена информација непотребна у сврху успостављања

смисаоне целине, од два извора информација, иако сам чин интеграције два извора информација може бити успешан када су оба извора несхватљива ако су подвојена, и стога требају бити интегрисана ментално или физички, како би смањили когнитивно оптерећење. Најбољи начин да се смањи поменуто оптерећење-екстерно когнитивно оптерећење, јесте да се елиминише сувишна верзија информације. Овај ефекат за већину људи је супротан интуитивном схватању успостављања смисаоних целина. То интуитивно схватање, је оличено у томе да људи сматрају да ћу презентовање информације ученику у неколико различитих облика, бити од добробити за њега, у смислу стицања схема и аутоматизације истих. Оно је, међутим, како каже Свелер, отежавајуће у случају када непотребно координирамо са вишеструким изворима исте информације, и тада мало ресурса радне меморије се употребљава за стицање схема и аутоматизацију (Clark, Nguyen, Sweller, 2006).

Наредни ефекат који је „израстао“ из ефекта поделе пажње, јесте ефекат модалитета. Било је познато да аудиторна и визуелна радна меморија могу до извесног нивоа да повећају капацитет радне меморије до извесних граница, уколико се обе употребљавају симултано, што карактерише ефекат модалитета.

Све од раних, па до средине деведесетих, Свелер и сарадници нису могли да добију поменуте ефекте (ефекат модалитета, поделе пажње, ефекат сувишности) на одређеним материјалима, па су тражили објашњење. Објашњење су пронашли развијајући концепт интристичког (унутрашњег) когнитивног оптерећења, које је описивало природу материјала који се учи. То оптерећење било је изван инструкционог утицаја едукатора, а поменути ефекти се нису појављивали на материјалима, који су могли бити процесирани без већих тешкоћа у радној меморији са једним или два елемента симултано. Са друге стране, комплекснији материјали са високом интерактивношћу елемента дали су поменуте ефекте, јер због особине когнитивног оптерећења, зване адитивност, када се „саберу“ два когнитивна оптерећења – екстерно, и интристичко, уследи преоптерећење радне меморије, и разноликост ефеката. А услед ниског унутрашњег когнитивног оптерећења, активности едукатора су безначајне и не доводе до прептерећења радне меморије (Clark, Nguyen, Sweller, 2006).

Трећи облик когнитивног оптерећења, које је названо везано оптерећење, је откривен од стране холандских истраживача ван Меринбоера и његовог сарадника Паса 1994 године. Они тада откривају нови облик когнитивног оптерећења на радним примерима који су се значајно разликовали у односу на радне примере који су били веома слични. Ти радни примери који су се високо разликовали су резултовали у бољем учењу испитаника, за разлику од радних примера ниске разноликости, што је суштина ефекта варијабилности. Они су за резултат имали повећано когнитивно оптерећење, које се по својој природи разликовало од до тада проучаваних облика когнитивног оптерећења, и оно је означено као везано оптерећење, јер се односи на стицање менталних схема и аутоматизацију процеса (Clark, Nguyen, Sweller, 2006).

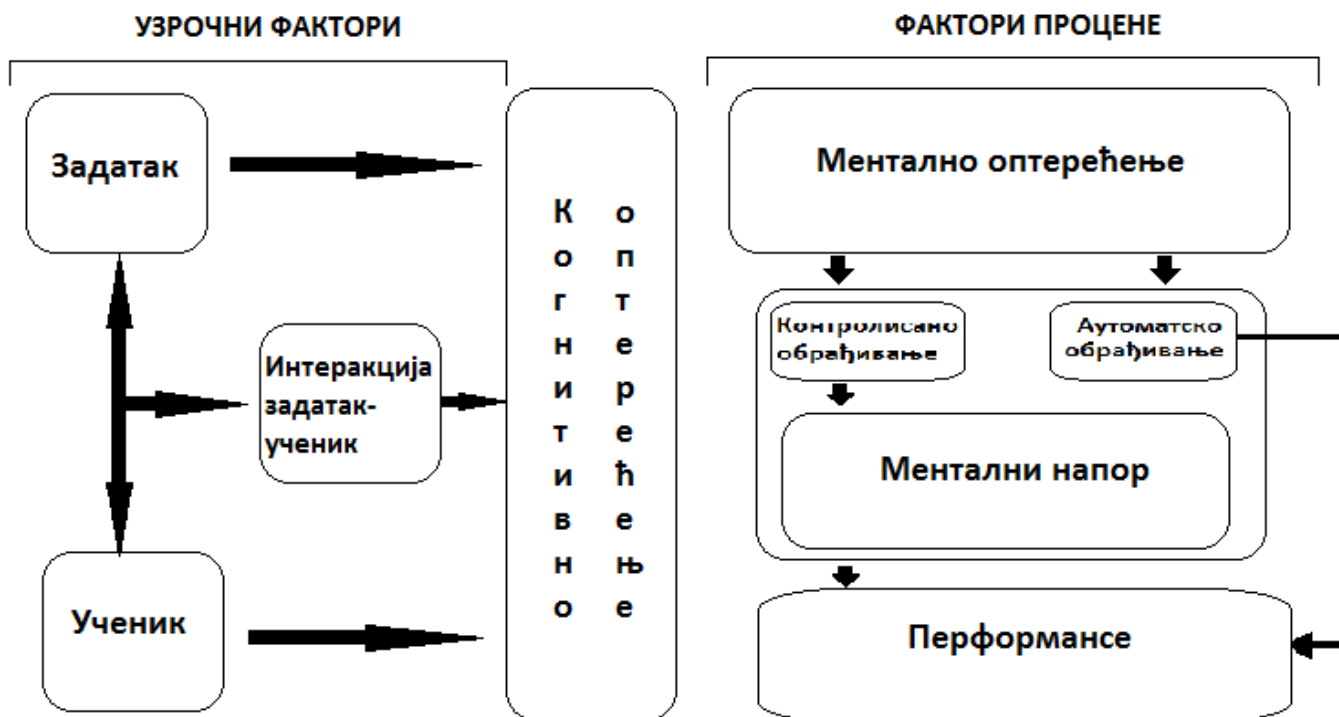
Године 2002, Свелер и сарадници схватају да се интристичко когнитивно оптерећење мора смањити за извесну вредност, јер у супротном веома сложен материјал никада не би могао бити подложен учењу. До тада се сматрало да је интристичко когнитивно оптерећење непромењиво, али теорија је ипак морала бити модификована на тај начин, што је речено да се интристичко когнитивно оптерећење може модификовати-смањити, али се не може сматрати да ће уследити потпуно разумевање садржаја који се учи. Учење стога може бити поспешено од стране наставника, на тај начин што ће се изоставити поједини интерагујући елементи садржаја који се учи, који ће се касније када се учине кораци које су ученици неопходно утврдили током учења, поново независно увести. Тако, презентовање материјала са неким изостављеним интерагујућим елементима учење може бити олакшано. Овај ефекат је назван ефектом изолованих интерагујућих елемената (Clark, Nguyen, Sweller 2006).

## **2.6.2. Дефиниција когнитивног оптерећења**

Теорија когнитивног оптерећења (ТКО) се ослања на карактеристике људске когнитивне архитектуре, по којој радна меморија има ограничен капацитет и оперише са ограниченим бројем смисаоних целина. Когнитивно оптерећење се дефинише као „мултидимензионални конструкт који представља оптерећење пред когнитивним



системом појединца који треба да изврши појединачни задатак“ (Pass, Van Merriënboer, 1994b). Шематска представа когнитивног оптерећења дата је на слици 11.



Слика 11. Шематски приказ когнитивног оптерећења (прилагођено из: Pass, Van Merriënboer, 1994a)

Когнитивно оптерећење је конструкт који у теоријским разатрањима има две врсте фактора: узрочни фактори и фактори који су подложни мерењу. Узрочни фактори, који се могу односити на повећање когнитивног оптерећења су особине задатка, особине ученика као и интеракције између њих. Свака од ових карактеристика има своје подкарактеристике. Тако на пример, карактеристике задатка укључују новину задатка, системе награђивања и временска ограничења, док особине ученика подразумевају његов когнитиван стил, пређашње знање, стремљења, и когнитивне могућности. Све ове особине одражавају се на когнитивно оптерећење приликом решавања задатка, тако што могу утицати на његов ниво, (Paas, Van Merriënboer, 1994b). Интеракције између особина субјекта и особина задатка, као што су мотивација, стање узбуђења, интерни (унутрашњи) критеријум оптималне перформансе такође се могу одразити на когнитивно оптерећење.

У мерљиве факторе спадају ментално оптерећење, ментални напор и ниво перформансе ученика (Paas, Van Merriënboer, 1994b). У датом окружењу за дати задатак, ментално оптерећење је константно и извире из самих својстава неког задатка. Ментални напор се односи на количину меморијских ресурса које је потребно користити да би се одговорило на природу задатка (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998). Ниво ученичке перформансе, као и ниво пређашњег знања (експертизе ученика) такође утиче на когнитивно оптерећење, и представља фактор когнитивног оптерећења који је окарактерисан као успешност појединца током решавања одређеног проблема.

### **2.6.3. Типови и начини мерења когнитивног оптерећења**

Теорија когнитивног оптерећења разликује три врсте когнитивног оптерећења: интринстичко (унутрашње), екстерно (спољашње) и везано когнитивно оптерећење. У наставку биће размотрена свака врста од ових когнитивних оптерећења.

#### **2.6.3.1. Интринстичко (унутрашње) когнитивно оптерећење**

Интринстичко когнитивно оптерећење представља оптерећење наметнуто когнитивном систему појединца од стране саме природе задатка који ученик треба да реши, и не зависи од инструкционог дизајна, а уједно зависи од интерактивности броја елемената које поједнак треба да процесира својом радном меморијом (Sweller, 1994). Ослањајући се на људску когнитивну архитектуру, Свелер дефинише интерактивност елемената као категорију која зависи од тога, да ли елемент мора бити научен серијски или симултано. Као пример наводе се алгебарски проблеми у којима се изводе алгебарске операције над симболима (задатака типа  $(a+b)/c=d$  које је потребно решити по симболу  $a$ ) које се могу извршити у неколико корака. Уколико је све кораке потребно симултано усвојити, ради се о елементима високе интерактивности. Са друге стране, уколико елементи могу да се усвоје без усвајања веза са другим елементима, ради се о елементима ниске интерактивности које је могуће усвојити један по један (серијски), и тако избећи преоптерећење радне меморије. Неки други аутори (Pollock, Chandler, Sweller, 2002) као пример учења елемената ниске интерактивности наводе учење непознатих речи новог језика, који могу бити научени понаособ, као засебне целине ниске интерактивности. Те

речи могу бити научене једна по једна, у било ком тренутку без додатног изучавања граматичких правила непознатог језика.

Ајрес (Ayres, 2006) описује интристичко оптерећење као „непромењиво природно својство самога задатка“ и оно се сматра непромењивим од стране инструкционих поступака. Приметни су покушаји у мултимедијалном учењу да се ипак утиче на интристичко когнитивно оптерећење од стране неких аутора (Lee, Plass, Homer, 2006) који су покушали да смање визуелну комплексност материјала, како би омогућили у свом експерименту процесирање информација од стране ученика, који би тиме добили више когнитивних ресурса (меморије) за конструкцију знања.

### **2.6.3.2. Екстерно (спољашње) когнитивно оптерећење**

Поред поменутог интристичког когнитивног оптерећења, теорија когнитивног оптерећења разликује и екстерно (спољашње) когнитивно оптерећење. Како наводи Свелер, (Sweller, 2010) „неоптимизоване инструкцијске процедуре, намећу екстерно когнитивно оптерећење“. То је оно когнитивно оптерећење, које бива наметнуто неадекватном спољашњом инструкцијом, која је упућена ученику. Радна меморија тада може бити преоптерећена и само преоптерећење оставља недовољно меморијског капацитета за конструкцију и аутоматизацију схема, јер се не уважавају карактеристике људске когнитивне архитектуре (ограничења радне меморије) (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998). Свелер и сарадници (1998) издвајају више ефеката који су повезани са екстерним когнитивним оптерећењем. То су ефекти:

- ефекат рада на примерима
- ефекат рада са задацима комплетирања
- ефекат поделе пажње
- ефекат сувишности
- ефекат модалитета
- ефекат варијабилности

- ефекат ослобађања од циља

Основна карактеристика рада на примерима јесте обезбеђивање решења проблема, корак по корак. *Ефекат рада на примерима* огледа се у томе што ученик којем је приказан радни пример, успешније решава касније проблеме него ученик од кога је затражено решавање еквивалентних проблема. Овај ефекат намеће ниже когнитивно оптерећење и произилази из когнитивне архитектуре појединца тако да обезбеђује формирање когнитивних схема у дугорочној меморији (Sweller, Ayres, Kalyuga, 2011). Пошто се процес решавања проблема који су алгоритамски дефинисани и заступљени најчешће у математици и природним наукама или рачунарству, састоји у томе да се прелази са једног проблемског стања у друго, путем одговарајућих правила, (рецимо оних у алгебри) ученик који решава проблем треба само да обрати пажњу на свако проблемско стање и на корак који га доводи у следеће проблемско стање које је ближе решењу (Sweller, 2010). Стога је оптерећење радне меморије мање јер ученик обраћа пажњу на конкретна проблемска стања пре него на широк опсег могућих корака који би можда водили ка могућем решењу проблема (Sweller, 2010).

*Ефекат рада са задацима комплетирања* испољава се у оним проблемима у којима „задатак комплетирања представља парцијални радни пример у којем ученик треба да доврши неке кључне кораке у решењу“ (Sweller, Ayres, Kalyuga, 2011). Да би се избегла могућност пасивног учења које може уследити код радних примера пре него активно учење, ван Меринбоер и Крамер (1987) у свом раду „Инструкционе тактике и процедуре за дизајн уводног рачунарског курса у средњој школи“ предлажу задатке комплетирања. Задаци комплетирања имају дато стање, коначно стање и део решења који је дат ученицима, који у потпуности морају комплетирати решење. Ови задаци се показују нарочито ефикасним у пољима као што су: архитектура, дизајн софтвера и електронских кола, ЦНЦ-програмирање. Они могу да представљају везу између конвенционалних задатака који немају решење, и радних примера, који су потпуно решени (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998).

*Ефекат поделе пажње* наступа онда када ученик мора разумети два или више извора информација, које мора ментално интегрисати да би разумео смисаону целину. Често је материјал који је потребно ментално интегрисати, дат у облику који изазива ефекат поделе пажње, тако да изазива повећано екстерно когнитивно оптерећење (Sweller, 2010). Пример за овај случај повећаног когнитивног оптерећења може се видети у проблемима у геометрији. Ученик треба ментално да интегрише засебну реченичну конструкцију која се односи на геометријски дијаграм и да њу чува у радној меморији, док трага за односима на дијаграму који бивају описани њоме. Сам тај процес може бити когнитивно захтеван, и тако наметнути изразито екстерно когнитивно оптерећење (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998). Ефекат дељења пажње је потврђен у више радова (Sweller, Chandler, Tierney, Cooper, 1990; Chandler, Sweller, 1992; Sweller, Chandler, 1994; Chandler, Sweller, 1996) у различитим областима као што су геометрија, нумеричко програмирање, писање научних извештаја или учење рачунарског програма. Ефекат дељења пажње требало би елиминисати кад год је то могуће, и дизајнери инструкције би требали да што је у већој мери могуће елиминишу безпотребно трагање за изворима информација, од стране ученика које је потребно ментално интегрисати (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998).

*Ефекат сувишности* је ефекат који се испољава када су „непотребне додатне информације приказане ученицима“ (Sweller, 2010). То може изазвати додатно ангажовање радне меморије и стога екстерно когнитивно оптерећење. За разлику од ефекта поделе пажње у којем се информације не могу засебно употребљавати да би се постигла смисаона целина, код овог ефекта, информације се могу употребљавати засебно да би се постигла смисаона целина (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998). Пример за овај ефекат се може пронаћи у различитим дијаграмским приказима који су интегрисани са у спољашњости са текстом који их описује. Уколико суштинска информација може бити схваћена из самосталног приказа дијаграма, тада се текст који описује дијаграм појављује као редувантна – сувишна информација која се може и треба елиминисати, јер учење тако може бити боље остварено (Chandler, Sweller, 1991)

*Ефекат модалитета* је ефекат који директно проистиче из ефекта дељења пажње. Пошто се радна меморија састоји од аудиторне радне меморије и визуелне радне меморије (Baddeley, 1992) могуће је користити оба меморијска домена и тако повећати ефективну радну меморију техникама двоструке презентације, које се састоје у томе да се материјал приказује и у аудиторној и визуелној форми. Овај ефекат стога произилази из ефекта дељења пажње када треба ментално интегрисати два или више извора информација, с том разликом, што извор информација је пре представљен у аудиторној него у визуелној форми (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998). Овај ефекат, може да напослетку реченог да побољша процес учења, поготово у области мултимедије (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998).

*Ефекат варијабилности* исољава се у томе да ученици приликом инструкције бивају учени и разним категоријама на које се примењује решење појединачне класе проблема. То је карактеристика услова високе варијабилности, чији елементи морају бити научени, што даје више везано когнитивно оптерећење (Sweller, 2010). Речено једноставније, ученици остварују већа постигнућа у оним примерима која се у одређеној мери разликују, него у примерима који су слични.

*Ефекат ослобађања од циља* се састоји у томе да сам задатак ученика буде ослобођен коначног циља који постоји кроз „means-ends“ стратегију решавања задатка која намеће високо спољашње когнитивно оптерећење. Заправо, кроз „means-ends“ стратегију решавања проблема, ученик мора бити фокусиран на почетно стање проблема, коначно стање проблема (тражено стање) разлике између почетног и коначног стања, као и могућност проналажења оператора који би редуковали разлике између почетног и коначног стања (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998). Све стадијуме развита могућег решења, ученик мора задржавати у радној меморији, што не оставља довољно слободних меморијских ресурса и намеће високо спољашње когнитивно оптерећење. Насупрот томе, стратегија ослобађања од циља допушта да може бити пронађено било које стање у проблему и адекватан оператор који би био примењен на то стање, да га промени, што би

довело до великог смањења у интеракцији елемената, у поређењу са задатком на који је примењена „means-ends“ стратегија решавања – конвенционалним задатком (Sweller, 2010). Крајњи ефекат је боља аквизиција схема од стране самог ученика.

### **2.6.3.3. Везано когнитивно оптерећење**

Теорија когнитивног оптерећења била је усмерена на скоро искључиво на смањење екстерног когнитивног оптерећења, путем кориговања наставне инструкције. Трећа врста когнитивног оптерећења би представљала везано когнитивно оптерећење. Оно се намеће когнитивном систему појединца као оптерећење које може побољшати његово свесно когнитивно процесирање које би постало релевантно за конструкцију и аутоматизацију схема, без којих нема учења. Све три врсте когнитивног оптерећења, да би уследила конструкција и аутоматизација схема, морају бити у оквиру меморијских капацитета појединца. Уколико је ниско интринстичко оптерећење, и/или уколико је ниско екстерно оптерећење, главна претпоставка везаног оптерећења је да се инструкционим дизајном може даље унапредити свесно процесирање од стране појединца, што њему управо намеће добру врсту оптерећења – везано когнитивно оптерећење (Sweller, Van Merriënboer, Pass, 1998).

### **2.6.3.4. Мерење когнитивног оптерећења**

За мерење когнитивног оптерећења, могу се користити различите методе, које се могу класификовати по више критеријума. Методе се могу поделити на субјективне и објективне, као и на директне или индиректне (Brünken, Plass, Leutner, 2003). Конкретна метода може бити било субјективна или објективна, али истовремено и директна или индиректна.

Пример за директну субјективну методу могу бити субјективно оцењени (самоопажајући) ниво замора, као и самопроцењена тежина материјала. Субјективне методе подразумевају да (ученик) испитаник може да наведе доживљено когнитивно оптерећење у датој ситуацији дајући тако релијабилну и валидну процену количине менталног напора, који је утрошен на рад над задатком (Brünken, Seufert, Pass, 2010). За

субјективну директну процену користе се скале, на којима је могуће навести когнитивно оптерећење, које је доживео ученик (Paas, Touvinen, Tabbers, Van Gerven, 2003).

Пример за индиректну субјективну меру когнитивног оптерећења јесте она мера када ученици треба да наведу самоопажајући ментални напор којим би могли окарактерисати покушаје разумевања материјала за учење. Ту меру су предложили Пас, Ван Меринбоер и Адам (Paas, van Merriënboer, Adam, 1994) на основу рада Борга, Братфиша и Дорнића, (Borg, Bratfisch, Dornic, 1971) у којем су испитаници морали да наведу бројчани податак који би окарактерисао уложен ментални напор у од 1 до 9, (1-врло, врло низак напор, 9-врло, врло висок напор).

Директна објективна метода је функционална магнетна резонанса (fMRI), која визуелно приказује мождану активност током израде задатака (Smith, Jonides, 1997). Ипак, та метода приказивања неуролошких слика, има своје недостатке, јер не може да обухвати све процесе учења, а карактерише је и сложеност система за мерење и одређена ограничења, истог. Друга метода директног објективног мерења назива се двоструки задатак или подзадатак за процену когнитивног оптерећења. Примена ове методе, заснива се на томе да се ограничени меморијски ресурси морају „трошити“ на различите аспекте решавања задатака, када ученик решава два задатка у исто време. Први се зове примаран задатак а други секундаран задатак. Овај приступ мерењу когнитивног оптерећења се може користити тако, да је од интереса посматрати учинак било у секундарном или примарном задатку, у зависности од приступа мерењу когнитивног оптерећења.

У индиректне објективне методе спадају психо-физиолошка мерења, бихевиорална мерења, и мерења исхода учења.

Психофизиолошка мерења заснивају се на томе да промене у когнитивном раду се осликавају кроз промењивост рада срца, потенцијале можданих активности као и дилатације у ширењу зеница и трептаје (Paas, Touvinen, Tabbers, Van Gerven, 2003).

Бихевиорална мерења, подразумевају анализу бихевиоралних шаблона појединца (на пример, различито време потрошено на учење садржаја неког материјала различитих



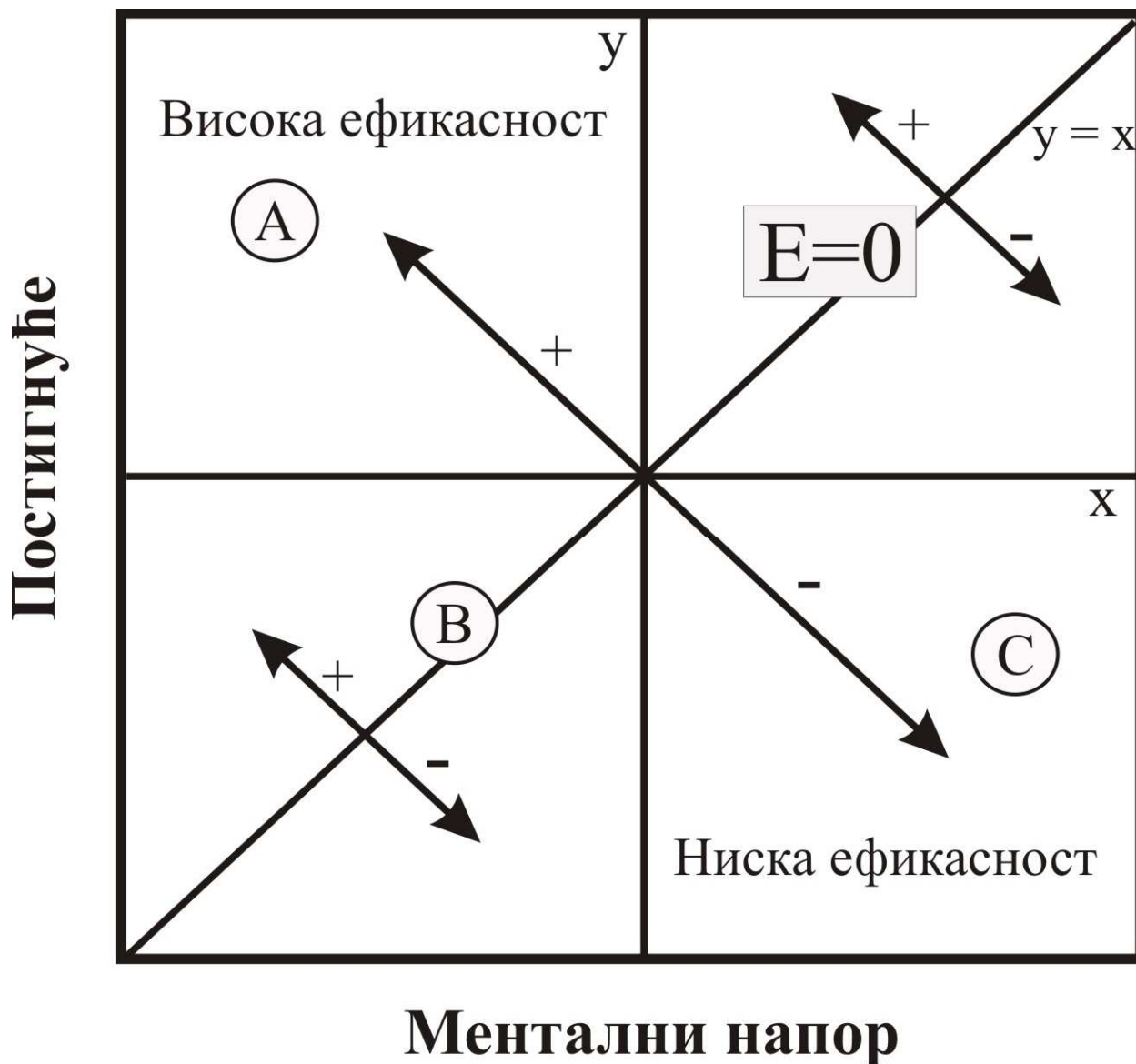
варијанти, може бити резултат различитог когнитивног оптерећења) (Brünken, Leutner, 2001 према Brünken, Plass, Leutner, 2003).

У области мултимедијалног учења, најчешћи метод истраживања ефеката когнитивног оптерећења јесте анализа перформансе исхода учења која обично подразумева стицање резултата заснованих на знању. Ова метода спада у индиректне објективне мере когнитивног оптерећења. Мерење исхода учења задатка је индиректна метода јер, оно зависи од процесирања и проналажења ускладиштених информација, за чије процесирање и проналажење је могуће уложити когнитивно оптерећење. Метода је објективна зато што мери перформансу ученика (испитаника) (Brünken, Plass, Leutner, 2003)

#### **2.6.4. Инструкциона ефикасност и ученичка ангажованост**

*Инструкциона ефикасност* је бројчани податак који описује колико је инструкција ефикасна са становишта разумевања материјала који је потребно усвојити и у великој мери она зависи од два главна фактора: интристичке комплексности материјала за учење, као и начина на који је материјал презентован ученику (Marcus, Cooper, Sweller, 1996).

Ефикасност је у теорији когнитивног оптерећења описана са две промењиве: ученичким постигнућем (перформансама) и менталним напором. Математичка процена инструкционе ефикасности врши се тако што се од стандардизованих вредности постигнућа, одузме стандардизована вредност менталног напора и подели са кореном из 2:  $E = (P - ME)/\sqrt{2}$  ( $P$  – енг. performance,  $ME$  – mental effort). Корен из 2 у предходном образцу потиче од математичке формуле којом се израчунава удаљеност тачке у равни која заузима удаљеност у односу на праву нулте ефикасности наставе,  $y=x$ . Ментални напор, може се нанети на апсцису, док се ученичка постигнућа могу нанети на ординату, као на слици 12.

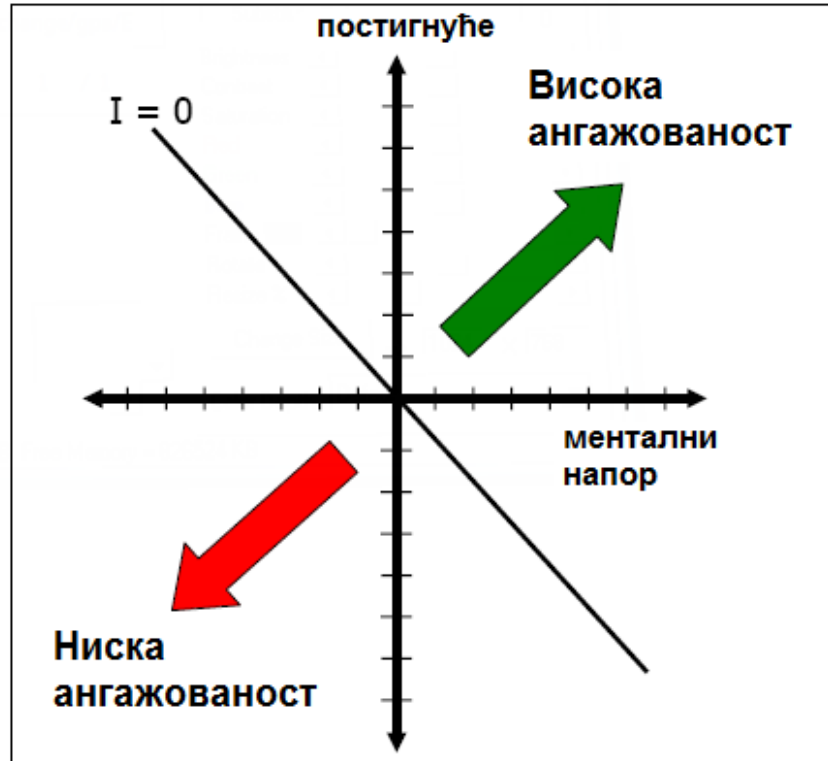


Слика 12. Визуелизована инструкциона ефикасност (прилагођено из: Paas, Touvinen, Tabbers, Van Gerven, 2003)

У визуелизованој представи ефикасности наставе разликујемо три области у равни графика које се могу описати као област високе ефикасности наставе коју карактеришу високо постигнуће уз мали уложен ментални напор (област А у равни графика  $y = x$ ), затим област ниске ефикасности наставе која је описана високим менталним напором и ниским постигнућем (област С у равни графика  $y = x$ ). Стање у области В представља стање неутралне ефикасности наставе (Paas, Touvinen, Tabbers, Van Gerven, 2003).

*Ученичка ангажованост* се попут инструкционе ефикасности може визуелно представити у дијаграму (координатном систему) ментални напор – ученичко постигнуће (перформансе), слика 4. Ученичка ангажованост, као бројчани податак који би био конзистентан (аналоган) са инструкционом ефикасношћу може се израчунати и визуелизовати у поменутом дијаграму за сваког ученика у датим инструкционим условима. Ова могућност је заснована на претпоставци да су мотивација (која би карактерисала ученичку ангажованост) ментални напор и постигнуће у међусобно растућем односу (Paas, Touvinen, Van Merriënboer, Darabi, 2005). Тако на пример, уколико је ученичко ангажовање израженије, више менталног напора ће се уложити у изради задатка, и то ће резултовати у већем постигнућу.

Да би се визуелно приказала ученичка ангажованост у датим инструкционим условима, у дијаграму (слика 4) на апсцису и ординату наносе се стандардизоване вредности за ментални напор и постигнуће. Ове стандардизоване вредности представљају  $z$  – скорове који се добијају тако што се од сваког појединачног резултата (ученика) одузме средња вредност и све то подели са стандардном девијацијом.



Слика 13. Визуелизувана ученичка ангажованост (прилагођено из Paas, Touvinen, Van Merriënboer, Darabi, 2005)

Ако стандардизовану вредност менталног напора означимо са  $R$ , а стандардизовану вредност ученичког постигнућа са  $P$ , резултат инструкционе ангажованости  $I$  као бројчани податак, може се израчунати за сваког ученика употребљавајући формулу  $I = \frac{R + P}{\sqrt{2}}$  (Paas, Touvinen, Van Merriënboer, Darabi, 2005). Корен из 2 у предходном образцу потиче од математичке формуле којом се израчунава удаљеност тачке у равни која заузима удаљеност у односу на праву нулте ангажованости ученика, праву за коју је  $I = 0$ , тј.  $R + P = 0$ . У дијаграму на слици 13, дају се разликовати две области: горња десна (у односу на праву  $I = 0$ ) коју карактерише висока ангажованост, и доња лева коју карактерише ниска ангажованост ученика.

## **3. Методологија истраживања**

### **3.1. Проблем истраживања**

Један од основних подстицаја овог истраживања јесу уочени негативнији ставови ученика према физици, што за последицу има смањену мотивисаност ученика за учење физике током њиховог образовања. Пошто се узрок лоше мотивације може пронаћи у негативнијим ставовима ученика, примаран проблем у овом истраживању лежи у побољшању ставова ученика према физици као наставном предмету. Како би се нашло решење овог значајног проблема у настави физике, развоју физике уопште, испитани су ефекти примене мапе ума на перформансе ученика.

### **3.2. Предмет истраживања**

Главно полазиште овог истраживања налази се у конструктивистичком приступу примене мапе ума у настави физике. Слично као и у истраживању које су спровели Диндса и Андерсон (2011) и у овом истраживању су примењене три технике: конструктивистичко окружење за учење, информационо-комуникациона технологија (ИКТ) која употребљава power-point презентације за визуелизацију, и мапе ума за учење садржаја. По Диндса и Андерсону, употреба мапа ума требала би да помогне студентима (ученицима) да схвате и боље интегришу научне информације у постојане структуре знања у меморији.

### **3.3. Циљ истраживања**

Циљ овог истраживања био је да се проучи како се приступ учењу физике односи на постигнуће ученика основне школе у области статике (механичке равнотеже) као и да се проучи како примењена инструкција утиче на ученичку процену уложеног менталног напора. Поред наведеног циљ истраживања је и да се одреди утицај самоперципираног менталног напора на постигнућа ученика, као и испитивање инструкционе ефикасности и ангажованости ученика изазване датом наставном инструкцијом.

#### **3.3.1. Истраживачки задаци**

Наведени циљ истраживања операционализован је на следеће истраживачке задатке:

1. Утврдити да ли постоји разлика између ученика експерименталне (Е) и контролне групе (К) у њиховом постигнућу на финалном тесту, у зависности од примењене наставне инструкције.
2. Утврдити да ли постоји разлика у постигнућу ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.
3. Утврдити да ли постоји разлика у постигнућу ученика у односу на пол испитаника у односу на примењене наставне инструкције.
4. Утврдити да ли да постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у самоперципираном менталном напору у зависности од примењене наставне инструкције.
5. Утврдити да ли постоји разлика у самоперципираном менталном напору ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.
6. Утврдити да ли постоји значајна разлика у перципираном менталном напору у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

### **3.4. Хипотезе истраживања**

#### **Општа хипотеза:**

Х(О) Претпоставља се да не постоје значајне разлике између ученика експерименталне (Е) и контролне (К) групе кад је реч о самоперцепципираном менталном напору и постигнућу ученика на финалном тесту у зависности од примењене наставне инструкције.

Х(а) Претпоставља се да постоје значајне разлике између ученика експерименталне (Е) и контролне (К) групе кад је реч о самоперцепципираном менталном напору и постигнућу ученика на финалном тесту у зависности од примењене наставне инструкције.

#### **Посебне хипотезе:**

Х1. (0) Претпоставља се да не постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у постигнућу ученика у зависности од примењене наставне инструкције.

X1. (a) Претпоставља се да постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у постигнућу ученика у зависности од примењене наставне инструкције.

X2. (0) Претпоставља се да не постоји разлика у постигнућу ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.

X2. (a) Претпоставља се да постоји разлика у постигнућу ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције

X3. (0) Претпоставља се да не постоји значајна разлика у постигнућу ученика у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

X3. (a) Претпоставља се да постоји значајна разлика у постигнућу ученика у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

X4. (0) Претпоставља се да не постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у самоперципираном менталном напору у зависности од примењене наставне инструкције.

X4. (a) Претпоставља се да постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у самоперципираном менталном напору у зависности од примењене наставне инструкције.

X5. (0) Претпоставља се да не постоји разлика у самоперципираном менталном напору ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.

X5. (a) Претпоставља се да постоји разлика у самоперципираном менталном напору ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.

X6. (0) Претпоставља се да не постоји значајна разлика у перципираном менталном напору у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

X6. (a) Претпоставља се да постоји значајна разлика у перципираном менталном напору у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

### 3.5. Варијабле истраживања

Након постављања хипотеза дефинисане су варијабле истраживања: независне, зависне и контролне варијабле.

**Независну варијаблу** представља експериментални фактор.

**Зависне варијабле** су: постигнуће ученика на финалном тесту, удео тачних одговора на питања финалног теста и самоперципирани ментални напор ученика.

**Контролна варијабла** су: пол испитаника и школски успех из физике на крају првог полугодишта.

### Методе и технике истраживања

Примењено је више метода истраживања и користиле су се одговарајуће технике истраживања.

Метода теоријске анализе се користила у проучавању досадашњих сазнања о мапама ума и могућности њихове примене у настави, у светлу конструктивистичког приступа наставном процесу. Разматрани су и ставови ученика о физици као наставном предмету, као и основе психолошке теорије когнитивног оптерећења. Ове области су проучаване са циљем да се установи теоријска основа за даље испитивање когнитивног оптерећења ученика, приликом примене мапа ума у наставном процесу.

На основу бројних сазнања о природи учења примењена је експериментална метода проучавања којом се желело утврдити ефикасност примене мапа ума у настави под окриљем конструктивистичког приступа.

Главни део истраживања остварен је у виду експеримента са две паралелне групе. Тај експеримент се састојао из више фаза.

- У првој фази педагошког експеримента са паралелним групама, вршено је утврђивање иницијалног почетног стања. У ту сврху ученици у две основне школе су радили иницијални тест знања. Узраст ученика је био седми разред основне



школе и ученици су похађали у периоду фебруар-март 2016 године, школу „Мирослав Антић“ у Футогу и школу „Ђорђе Натошевић“ у Новом Саду. Уједначавање група је извршено израчунавањем аритметичке средине и стандардне девијације за сваку групу испитаника из експерименталне и контролне групе. Пошто су оне једнаке или приближно једнаке, групе су сматране за уједначене.

- У другој фази педагошког експеримента са паралелним групама унесен је експериментални фактор у виду наставне инструкције која се одвијала помоћу мапа ума. Тај поступак је трајао осам школских часова, која су подразумевала обраду наставних садржаја као и понављање из теме *Равнотежа тела*. Наставу у експерименталној групи реализовао је аутор рада у школи „Мирослав Антић“ у Футогу, а наставу у експерименталној групи у школи „Ђорђе Натошевић“ је реализовао предметни наставник.

У исто време настава у контролној групи из теме *Равнотежа тела* је реализована на традиционалан начин. У контролној групи наставу је реализовао предметни наставник који је запослен у школи „Мирослав Антић“ односно „Ђорђе Натошевић“. Сценарио за час реализован у контролним групама је дат у прилогу рада.

- У завршној фази утврђено је финално стање финалним тестом који се односио на градиво *Равнотежа тела*. Финални тест је био састављен од осамнаест питања, која су била распоређена у три когнитивна нивоа: знање, схватање и примена.

У овом истраживању коришћена је експериментална метода, тачније експеримент са две паралелне групе (контролном и експерименталном) из разлога што се желела утврдити узрочно последична веза између педагошких појава и утврдити ефекат васпитно образовног поступка. Васпитно-образовни поступак чији ефикасност се желео утврдити, био је увођење мапа ума у наставни процес. У том процесу, суштинска карактеристика експеримента је „намерно изазивање појаве, ради научног испитивања ефикасности утицаја“ (Банђур, Поткоњак, 1999). Појава која је намерно изазвана је начин рада путем мапа ума на часовима, а ефекат који он изазива јесте удео тачних одговора на финалном

тесту, постигнуће ученика на финалном тесту и самоопажајући ментални напор ученика, што уједно представљају и зависне варијабле у истраживању.

### 3.6. Инструменти и процедуре

У овом истраживању примењене су технике тестирања и скалирања. Тестирање је изведено са циљем да проучи ученичко постигнуће на тестовима знања, док је техника скалирања изведена са намером да процени самоперцепирајући ментални напор.

Инструменти који су дизајнирани и примењени у овом истраживању су:

- Иницијални тест – тест који утврђује знање ученика контролне (К) и експерименталне (Е) групе пре увођења експерименталног фактора.
- Финални тест - тест који утврђује знање ученика контролне (К) и експерименталне (Е) групе после увођења експерименталног фактора.
- Скале за опажање менталног напора

#### Опис инструмената истраживања – иницијални тест

Иницијални тест се састојао од 18 питања. Питања под редним бројевима 1, 4, 7, 10, 13, 16, су се односила на когнитивни ниво знања. Питања под редним бројевима 2, 5, 8, 11, 14, 17, су се односила на когнитивни ниво схватања. Питања под редним бројем 3, 6, 9, 12, 15, 18, су се односила на когнитивни ниво примене.

Питање под редним бројем 1 односи се на когнитивни ниво знања. У питању се захтева повлачење податка из меморије ученика, који карактерише фактографско чињеничко знање, о силама отпора средине које су увек истог правца а супротног смера од кретања тела. Слично важи и за остала питања (4, 7, 10, 13, 16) која спадају у групу питања когнитивног нивоа знања.

Питање под редним бројем 2 односи се на когнитивни ниво схватања. Ученик треба да идентификује и протумачи зашто је коефицијент трења котрљања мањи од коефицијента трења клизања. Слично важи и за остала питања (5, 8, 11, 14, 17) која спадају у групу когнитивног нивоа схватања.

Питање под редним бројем 3 спада у групу когнитивног нивоа примене знања јер се од ученика захтева да предвиди где је сила отпора којом вода делује на чамац приликом његовог кретања мања – на чеоној површини која има шпицаст облик или на крми чамца. Од ученика се тражи употреба концепта отпора средине приликом предвиђања кретања тела (чамца) у средини (води). Слично важи и за остала питања (6, 9, 12, 15, 18) која спадају у когнитивни ниво примене.

### Опис инструмената истраживања – финални тест

Финални тест се састојао од 18 питања. У оквиру сваког питања само је један одговор тачан. После сваког питања, ученик треба на скали од 1 до 5 да заокружи у складу са самоопажањем менталног напора колико сматра да је тежак задатак.

Питања под редним бројевима 1, 4, 7, 10, 13, 16, су се односила на когнитивни ниво знања. Питања под редним бројевима 2, 5, 8, 11, 14, 17, су се односила на когнитивни ниво схватања. Питања под редним бројем 3, 6, 9, 12, 15, 18, су се односила на когнитивни ниво примене.

Питање под редним бројем 10 спада у когнитивни ниво знања јер се од ученика захтева дефиниција полуге. То је чињеничко или фактографско знање које ученик повлачи из меморије. Слично важи и за остала питања (1, 4, 7, 13, 16) која се односе на когнитивни ниво знања у финалном тесту.

Питање под редним бројем 11 спада у когнитивни ниво схватања, јер се од ученика захтева употреба концепта момента силе приликом равнотеже полуге и упоређивање

момента силе приликом равнотеже полуге са моментом терета. Слично важи и за остала питања (2, 5, 8, 14, 17) која спадају у когнитивни ниво схватање у финалном тесту.

Питање под редним бројем 12 спада у когнитивни ниво примене знања, јер се од ученика захтева да израчуна вредност силе којом је потребно уравнотежити полугу која је оптерећена са једне стране ослонца неким теретом. Захтева се употреба концепата за решавање проблема. Слично важи и за остала питања (3, 6, 9, 15, 18) која спадају у когнитивни ниво примена знања.

Питања на тестовима знања дата су из литературе, која се односи на физику основне школе, која се употребљава у републици Србији (Čaluković, 2014a, 2014b; Karor, Šetrajić, 2009; Mitrović, 2013a, 2013b). Питања на тестовима знања су била груписана у три когнитивна нивоа, познавање чињеница, схватање релација међу појмовима и примена знања. Број питања сваког когнитивног нивоа је био шест. Ова питања су била предмет пажње три универзитетска професора, чија област проучавања је физика. Кронбахов коефицијент алфа за иницијални тест знања је износио 0,76; за финални тест знања је 0,79, а за скалу менталног напора је 0,86. Добијене вредности коефицијента говоре да су примењене одговарајући тестови знања и одговарајућа скала самоперцепције менталног напора.

Ученицима је пре почетка истраживања дат иницијални тест са циљем да се одреди иницијално знање ученика из тема притисак и кретање тела под дејством силе трења, и отпора средине. Тема притисак је узета са циљем да се испита разумевање основне дефиниције појма притиска и силе која делује на одређену подлогу. Наставна тема кретање тела под дејством силе трења је тема која је претходила теми равнотежа те се из тог разлога посебно обратила пажња на учениково разумевање појма силе трења. На основу постигнућа ученика на иницијалном тесту знања ученици су били подељени у две групе (контролну и експерименталну). Са ученицима контролне групе наставне јединице су обрађиване користећи се традиционалном методом. Са ученицима експерименталне групе наставне јединице су презентоване применом мапа ума. Један од аутора рада који је спроводио педагошки експеримент, сам је направио мапе у Power-Point програму за

предвиђену наставну тему. Након уједначавања група и формирања наставног материјала који ће се примењивати у експерименталној групи наступио је педагошки експеримент са паралелним групама. Након предвиђене наставне теме уследило је финално тестирање како би се сагледале последице примене одговарајуће инструкције.

### **3.6.1. Иницијални тест**

Иницијални тест се односио на садржаје из претходно обрађене наставне теме силе трења и отпор средине. Максималан број бодова је био 18. Питања иницијалног теста су била груписана у три когнитивна нивоа (знање, схватање, примена).

Иницијални тест је дат у прилогу.

### **3.6.2. Финални тест**

Финални тест се односио на садржаје механичке равнотеже. Укупан број питања и самим тим могућих одговора је био 18. Питања су била груписана у три нивоа – знање, схватање и примена. За формулацију питања, коришћена је литература која се користи у настави у школама у републици Србији. Финални тест дат је у прилогу.

## **3.7. Узорак истраживања**

Истраживањем је обухваћено 113 ученика, од тога 66 (58,4%) дечака и 47 (41,6%) девојчица. Истраживање је спроведено у две основне школе “Ђорђе Натошевић” у Новом Саду и “Мирослав Антић” у Футогу у период фебруар-март 2016. године. Истраживањем су обухваћени ученици седмог разреда основне школе.

Квантитативне и квалитативне карактеристике узорка који је коришћен у истраживању су дате у следећој табели (табела 1). Испитивани су ученици седмог разреда из две основне школе на територији Новог Сада и Футога.

Табела 1. Карактеристике узорка

	Контролна (К)	Експериментална (Е)	Укупно
Дечаци	32	34	66
Девојчице	24	23	47
Укупно	56	57	113

### 3.8. Анализа података

За обраду података коришћен је програм SPSS. Примењене су следеће анализе података: дескриптивна анализа, АНОВА, хи-квадрат тест и т-тест. Такође су израчунате инструкциона ефикасност и инструкциона ангажованост на основу чијих вредности је одређиван утицај наставне инструкције, која је примењена, на перформансе ученика.

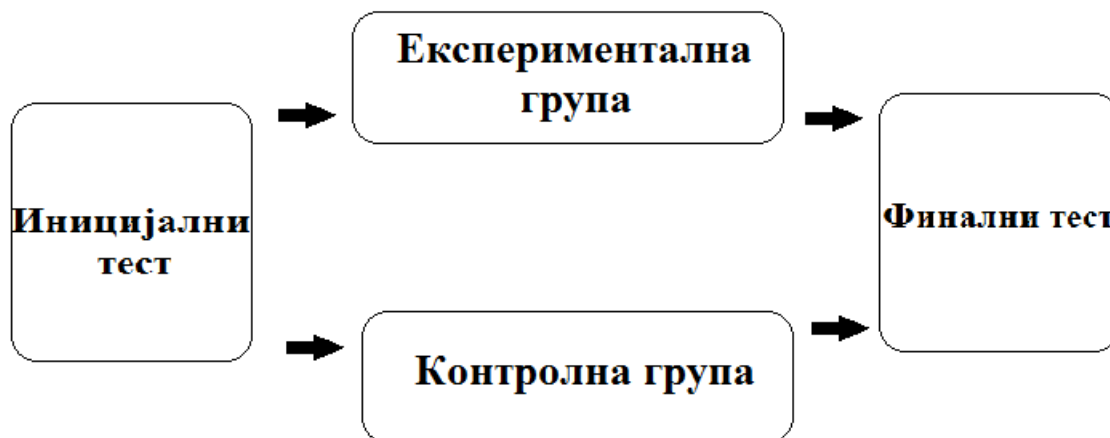
#### 3.8.1. Експериментални програм

У овом истраживању, примењивао се методолошки поступак који је заснован на моделу експеримента са паралелним групама. У оквиру експеримента, урађена је израда експерименталног програма, као и припрема паралелних форми инструмената за утврђивање резултата на иницијалном и финалном мерењу.

Експериментални програм је усмерен ка оспособљавању ученика да решавају проблеме и задатке у новим и непознатим ситуацијама, да активно учествују у наставном процесу кроз примену илустративно-демонстративних и лабораторијско-експерименталних наставних метода, као и на усмеравање ученика да примењују стечена знања.

Аутор рада је био реализатор експерименталног програма, у експерименталној групи, у школи „Мирослав Антић“ у Футогу, док је реализатор експерименталног програма у школи „Ђорђе Натошевић“ у Новом Саду био предметни наставник школе. У

школи „Мирослав Антић“ у контролној групи, часове је реализовао предметни наставник. У школи „Ђорђе Натошевић“ све наставне јединице у експерименталним групама и наставне јединице у контролној групи реализовао је предметни наставник, према упутству.



Слика 14 – Скица експерименталног истраживања

Наставне јединице које су део експерименталног програма припадају наставној теми *Равнотежа тела*, која се изучава у другом полугодишту седмог разреда основне школе. Наставне јединице које су део експерименталног програма су:

1. Слагање сила
2. Равнотежа тела
3. Полуга и момент силе
4. Архимедов закон и сила потиска

Број часова који се реализују у оквиру експерименталног програма је осам.

Експериментални програм са приказима за наставни садржај се у налази у прилогу.

После сваког реализованог часа, ученици су добили за домаћи задатак да сами нацртају мапу ума за обрађену наставну јединицу. Примери неколико одабраних ученичких мапа су дати у прилогу.

## 4. Резултати истраживања и дискусија резултата

### 4.1. Постигнућа ученика на иницијалном тестирању

На иницијалном тесту знања, показано је да не постоји статистички значајна разлика у постигнућу ученика између експерименталне и контролне групе, применом једнофакторске анализе варијансе,  $F(df=1, N=112) = 0,693$ ,  $p = 0,407$ , и тиме су групе сматране уједначеним. Постигнуће ученика на иницијалном тестирању представљено је у табели 2.

Табела 2. Постигнуће ученика на иницијалном тестирању

Група	М	SD
К (контролна)	9,86	3,49
Е (експериментална)	10,37	3,03

Применом једнофакторске анализе варијансе показан је статистички значајна разлика у постигнућу ученика у зависности од примењене наставне инструкције  $F(1,112) = 34,445$ ,  $p = 0,000$ , ета квадрат = 0,237. Коефицијент ета указује на велики утицај примењене наставне методе на постигнуће ученика.

На иницијалном тестирању ученика, могуће је из табеле 3 уочити најфреквентније одговоре ученика у смислу највише датих тачних, односно нетачних одговора, на одређена питања чији је број дат у табели, на иницијалном тесту.

Табела 3. Најфреквентнији одговори на иницијалном тесту

Когнитивни ниво	Иницијални тест					
	Експериментална група			Контролна група		
	Знање	Схватање	Примена	Знање	Схватање	Примена
Највише тачних	1, 4	5	18	4	5	18
Највише нетачних	13	11	3, 9	16	11	9



Највише тачних одговора за когнитивни ниво знање у експерименталној групи је дато за питање 1 односно питање 4. Питање 1 на иницијалном тесту је гласило: „Силе отпора кретању су увек ? - Истог правца а супротног смера од кретања тела.“ Питање 4 на иницијалном тесту је гласило: „Силе отпора кретању су последица ? – трења и отпора средине.“ Највише нетачних одговора у експерименталној групи на иницијалном тесту за когнитивни ниво знање је дато на питање 13, које је гласило : „Којом формулом рачунамо хидростатички притисак на некој дубини  $h$  у течности ? Одговор:  $p=\rho gh$ . Из овога се може закључити да су најлакша питања ученицима за когнитивни ниво знање на иницијалном тесту у експерименталној групи била питања под редним бројевима 1 и 4, док је најтеже питање ученицима било оно под редним бројем 13, у којем се захтевало присећање формуле за хидростатички притисак течности.

За когнитивни ниво схватање, на иницијалном тесту, у експерименталној групи, највише тачних одговора је дато на питање 5, које је гласило: „Ако човек покуша да трчи кроз воду сила отпора – је још већа.“ Највише нетачних одговора за когнитивни ниво схватање, на иницијалном тесту, у експерименталној групи било је на питању 11, које је гласило: „Отпор средине је последица постојања ? - молекула (честица) средине.“ Из овога се може закључити да је најлакше питање ученицима за когнитивни ниво схватање на иницијалном тесту у експерименталној групи било питање 5, а најтеже питање 11 које захтева схватање „грађе“ средине која пружа отпор при кретању.

За когнитивни ниво примене у експерименталној групи, на иницијалном тесту највише тачних одговора, ученици су дали на питање 18, које је од ученика захтевало израчунавање притиска чврстог тела – коцке која стоји на столу. Од ученика се у том питању захтевало да примени формулу за израчунавање притиска преко јачине силе и величине површине на коју делује сила. Највише нетачних одговора за когнитивни ниво примена знања, у експерименталној групи било је груписано на питањима број 3 и питању број 9. Питање број 3 се односило на процену силе отпора на предњем и задњем крају чамца, када се чамац креће кроз воду. Сила отпора је мања на чеоној – предњој површини чамца која је мања од задње – засечене равне површине чамца. У питању 3 се тражила примена знања о зависности јачине силе отпора средине од густине средине, брзине кретања тела, чеоне површине и облика тела.

Питање број 9 тражило је од ученика да процени где је усмерена сила трења, којом подлога делује на миша, када тај исти миш рука вуче по подлози у назначеном правцу и смеру. Ниједан од понуђених дистрактора на ово питање не представља тачан одговор. Питања број 3 и питање број 9 су ученицима експерименталне групе на иницијалном тесту била најтежа из разлога што посматрањем статичне слике која је наведена у формулацији питања, треба изабрати тачан одговор на поменута питања.

У контролној групи, на иницијалном тесту, за когнитивни ниво знање, највише тачних одговора је дато на питање 4, односно највише нетачних одговора је дато на питање 16. Питање 4 је тражило од ученика да наведе чега су силе отпора последица. Тачан одговор на ово питање јесте да су силе отпора последица трења и отпора средине. У питању 16 на које које је дато највише нетачних одговора, од ученика се захтевало присећање формуле за израчунавање притиска преко јачине силе која делује на површину и, величине те површине.

За когнитивни ниво схватање, на иницијалном тесту, у контролној групи, највише тачних одговора је дато на питање 5, које је гласило: „Ако човек покуша да трчи кроз воду сила отпора – је још већа.“ Највише нетачних одговора за когнитивни ниво схватање, на иницијалном тесту, у експерименталној групи било је на питању 11, које је гласило: „Отпор средине је последица постојања ? - молекула (честица) средине.“ Из овога се може закључити да је најлакше питање ученицима за когнитивни ниво схватање на иницијалном тесту у контролној групи било питање 5, а најтеже питање 11 које захтева схватање „грађе“ средине која пружа отпор при кретању.

За когнитивни ниво примене у контролној групи, на иницијалном тесту највише тачних одговора, ученици су дали на питање 18, које је од ученика захтевало израчунавање притиска чврстог тела – коцке која стоји на столу. Од ученика се у том питању захтевало да примени формулу за израчунавање притиска преко јачине силе и величине површине на коју делује сила. Највише нетачних одговора за когнитивни ниво примена знања, у контролној групи било је груписано на питању број 9. Питање број 9 тражило је од ученика да процени где је усмерена сила трења, којом подлога делује на

миша, када тај исти миш рука вуче по подлози у назначеном правцу и смеру. Ниједан од понуђених дистрактора на ово питање не представља тачан одговор.

#### 4.2. Разлика између ученика Е и К групе у постигнућу у зависности од примењене наставне инструкције

Испитивана је полазна хипотеза  $H_1(0)$  у којој се тврдило да не постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у постигнућу у зависности од примењене наставне инструкције, односно хипотеза  $H_1(a)$ , у којој се тврди да постоји статистички значајна разлика у постигнућу између ученика Е и К групе, у зависности од примењене наставне инструкције.

На финалном тестирању постигнуће ученика експерименталне групе је веће него постигнуће ученика контролне групе, што је исказано у табели 4.

Табела 4. Постигнуће ученика на финалном тестирању

Група	М	SD
К (контролна)	9,46	3,00
Е (Експериментална)	12,63	2,74

Хи-квадрат тестом је потврђена разлика у постигнућу ученика експерименталне и контролне групе,  $\chi^2(df=2, N = 113) = 28,40, p = 0,000, \phi = 0,50$ , на финалном тесту.

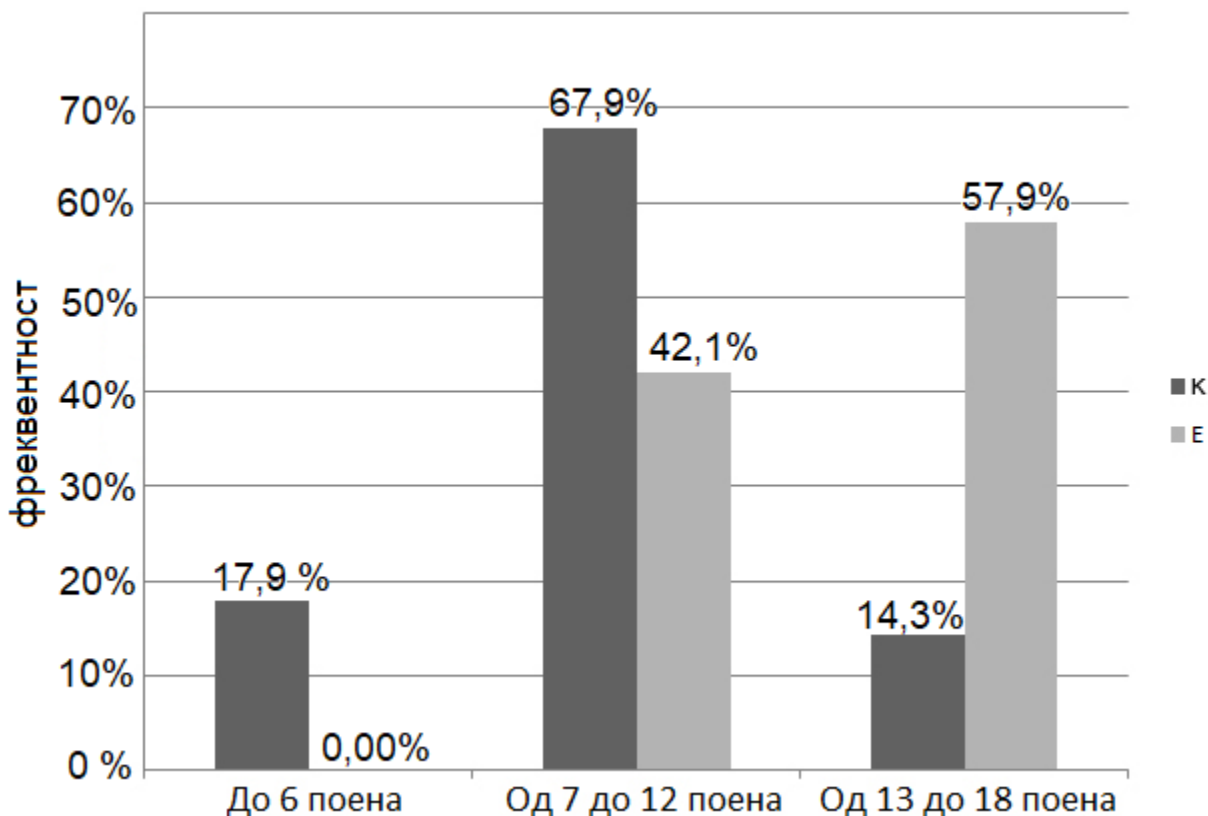


График 1. Приказ расподеле броја бодова на финалном тестирању

Како се види на графику 1, ученици Е групе су значајно бројнији у категорији са освојених од 13 до 18 бодова, док су ученици К групе значајно бројнији у преостале две категорије. Овај податак указује да су ученици Е групе у много већој мери постизали максималне резултате на финалном тестирању за разлику од ученика К групе. Како се наводи у истраживањима (Abi-El-Mona, Adb-El-Khalick, 2008; Akinoglu, Yasar, 2007; Ural, Ergun, 2015) ученици лакше запамте појмове уколико користе мапе ума или концептуалне мапе.

Резултат примењене једнофакторске анализе варијансе и хи-квадрат теста потврдио је полазну хипотезу да постоји статистички значајна разлика у постигнућима ученика у зависности од примењене наставне инструкције.

Да би се употпунио податак о утицају примењне наставне инструкције на постигнуће ученика примењен је т-тест упарених узорака. Постигнуће ученика Е групе се са почетног ( $M = 10,51$ ,  $SD = 3,26$ ) повећало на ( $M = 12,63$ ,  $SD = 2,74$ ),  $t(df = 56) = 5,23$ ,  $p = 0,000$ . Код ученика К групе није дошло до статистички значајне промене,  $t(df = 55) = 1,62$ ,  $p = 0,111$ .

На финалном тестирању ученика, могуће је из табеле 5 уочити најфреквентније одговоре ученика у смислу највише датих тачних, односно нетачних одговора, на одређена питања чији је број дат у табели, на финалном тесту.

Табела 5. Најфреквентнији одговори ученика на финалном тестирању

Когнитивни ниво	Финални тест					
	Експериментална група			Контролна група		
	Знање	Схватање	Примена	Знање	Схватање	Примена
Највише тачних	1	5	3	4	5	3
Највише нетачних	16	2	12	16	2	12

На финалном тестирању у експерименталној групи за когнитивни ниво знање, највише ученика је дало тачан одговор на питање под бројем 1, док је највише нетачних одговора дато за питање под редним бројем 16. Питање под бројем 1 је гласило: „Шта је то резултанта силе ?“. То питање је ученицима представљало најлакше питање за когнитивни ниво знање у експерименталној групи на финалном тесту. Највише нетачних одговора је дато на питање број 16, „Сила потиска зависи од – густине течности и запремине потопљеног тела.“ У питању број 16 од ученика је захтевано да наведе од којих величина зависи сила потиска на тело у течности.

За когнитивни ниво схватање, на финалном тесту у експерименталној групи, највише тачних одговора је дато на питање број 5, док је највише нетачних одговора дато на питање број 2. У питању 5 се од ученика тражило да објасне шта представља нападна тачка силе. Питање број 2 је гласило: „Да ли неко тело може да се налази у стању равнотеже ако на њега делују две силе истог правца и смера ?“, а тачан одговор на то питање је одричан.

За когнитивни ниво примена знања, највише тачних одговора је дато на питање број 3, док је највише нетачних дато на питању број 12. Питање број 3, је од ученика

захтевало израчунавање резултанте две силе истог правца а супротног смера као и да препознају усмереност резултанте тих сила. Најтеже питање ученицима из ове категорије питања представљало је питање број 12, у којем се захтевала примена знања о хоризонталној равнотежи полуге, у којем су ученици морали израчунати силу којом је потребно деловати на полуку да би она била у хоризонталној равнотежи.

Контролна група ученика на финалном тестирању за когнитивни ниво знање је највише тачних одговора дала на питање под редним бројем 4, у којем се од ученика захтевало да препозна каква може бити равнотежа, док је највише нетачних одговора дато за питање под редним бројем 16. Највише нетачних одговора је дато на питање број 16, „Сила потиска зависи од – густине течности и запремине потопљеног тела.“ У питању број 16 од ученика је захтевано да наведе од којих величина зависи сила потиска на тело у течности.

За когнитивни ниво схватање, на финалном тесту у контролној групи, највише тачних одговора је дато на питање број 5, док је највише нетачних одговора дато на питање број 2. У питању 5 се од ученика тражило да објасне шта представља нападна тачка силе. Питање број 2 је гласило: „Да ли неко тело може да се налази у стању равнотеже ако на њега делују две силе истог правца и смера ?“, а тачан одговор на то питање је одричан.

За когнитивни ниво примена знања, у контролној групи највише тачних одговора је дато на питање број 3, док је највише нетачних дато на питању број 12. Питање број 3, је од ученика захтевало израчунавање резултанте две силе истог правца а супротног смера као и да препознају усмереност резултанте тих сила. Најтеже питање ученицима из ове категорије питања представљало је питање број 12, у којем се захтевала примена знања о хоризонталној равнотежи полуге, у којем су ученици морали израчунати силу којом је потребно деловати на полуку да би она била у хоризонталној равнотежи.

### **4.3. Разлика у постигнућу ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције**

Испитивана је полазна хипотеза  $H_2(0)$  у којој се тврдило да не постоји значајна разлика у постигнућу ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције, односно хипотеза  $H_2(a)$ , у којој се тврди да постоји значајна разлика у постигнућу између ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.

Посматрано према когнитивним нивоима констатована је статистички значајна разлика између група у постигнућима ученика за сва три нивоа у зависности од примењене наставне инструкције. На графику 2 приказано је упоредно постигнуће ученика обе групе према посматраним когнитивним нивоима. Једнофакторске анализе варијансе показала је статистички значајну разлику у постигнућима ученика у зависности од примењене наставне инструкције за когнитивни ниво знање  $F(1,112) = 17,105$ ,  $p = 0,000$ , ета квадрат  $0,134$ . Просечно постигнуће ученика експерименталне групе на овој групи питања је износило  $M = 4,82$ ,  $SD = 1,21$ , док је за ученика контролне групе то било  $M = 3,82$ ,  $SD = 1,36$ . Ова разлика је потврђена и хи-квадрат тестом,  $\chi^2(df = 5, N = 113) = 17,24$ ,  $p = 0,004$ ,  $\phi = 0,391$ . У оквиру групе питања везаних за I когнитивни ниво (познавање чињеница) од ученика се очекивало да ученици дају одговор на питања везана за дефиницију резултатне силе, полуге, силе потиска, као и физичке јединице за момент силе. Овом групом питања се проверавало њихово познавање основних дефиниција из датог дела физике. Добијени подаци указују на постојање пропуста приликом усвајања основних појмова код ученика K групе. Изостављањем правилно научених основних појмова не могу се успешно достићи виши когнитивни нивои, а могуће је и стварање мисконцепата.

Применом једнофакторске анализе варијансе показана је статистички значајна разлика у постигнућима ученика у зависности од примењене наставне инструкције за когнитивни ниво схватање  $F(1,112) = 14,654$ ,  $p = 0,000$ , ета квадрат  $= 0,117$ . Просечно постигнуће ученика експерименталне групе на овој групи питања је износило  $M = 4,30$ ,

SD = 1,30, док је за ученика контролне групе то било  $M = 3,29$ ,  $SD = 1,51$ . Ова разлика је потврђена и хи-квадрат тестом,  $\chi^2 (df = 6, N = 113) = 16,43$ ,  $p = 0,012$ ,  $\phi = 0,381$ . Ученици Е групе су постигли веће постигнуће и на овом когнитивном нивоу у односу на ученике К групе. Овом групом питања везаних за II когнитивни ниво (схватање) проверало се разумевање основних веза међу изучаваним основним појмовима. На пример, било је потребно учити повезаност силе потиска и густине флуида, потом, самог дејства силе и стање равнотеже и слично.

Једнофакторска анализа варијансе показала је статистички значајну разлику у постигнућима ученика у зависности од примењене наставне инструкције за когнитивни ниво примена знања  $F(1,112) = 25,812$ ,  $p = 0,000$ ,  $\eta^2 = 0,189$ . Као и код предходних нивоа, коефицијент  $\eta^2$  указује на велики утицај примењене наставне инструкције на постигнуће ученика. Просечно постигнуће ученика експерименталне групе на овој групи питања је износило  $M = 3,51$ ,  $SD = 1,23$ , док је за ученика контролне групе то било  $M = 2,36$ ,  $SD = 1,18$ . Ова разлика је потврђена и хи-квадрат тестом,  $\chi^2 (df = 6, N = 113) = 22,876$ ,  $p = 0,001$ ,  $\phi = 0,450$ . У оквиру ове групе питања везане за III когнитивни ниво (примена знања) од ученика се захтевало да примене стечено знање на конкретним примерима. Тако на пример, уколико је задата вучна сила мотора аутомобила који се креће равномерно праволинијски било је потребно одредити силу трења на аутомобил или уколико је тело окачено на неком растојању од осе ротације полуге било је потребно наћи коликом силом је потребно деловати како би се полука вратила у равнотежно стање. У оквиру питања овог когнитивног нивоа ученици требају да примене анализу, синтезу и евалуацију како би успешно решили задатке. Приказ постигнућа ученика по когнитивним нивоима у контролној и експерименталној групи дат је на графику 2.



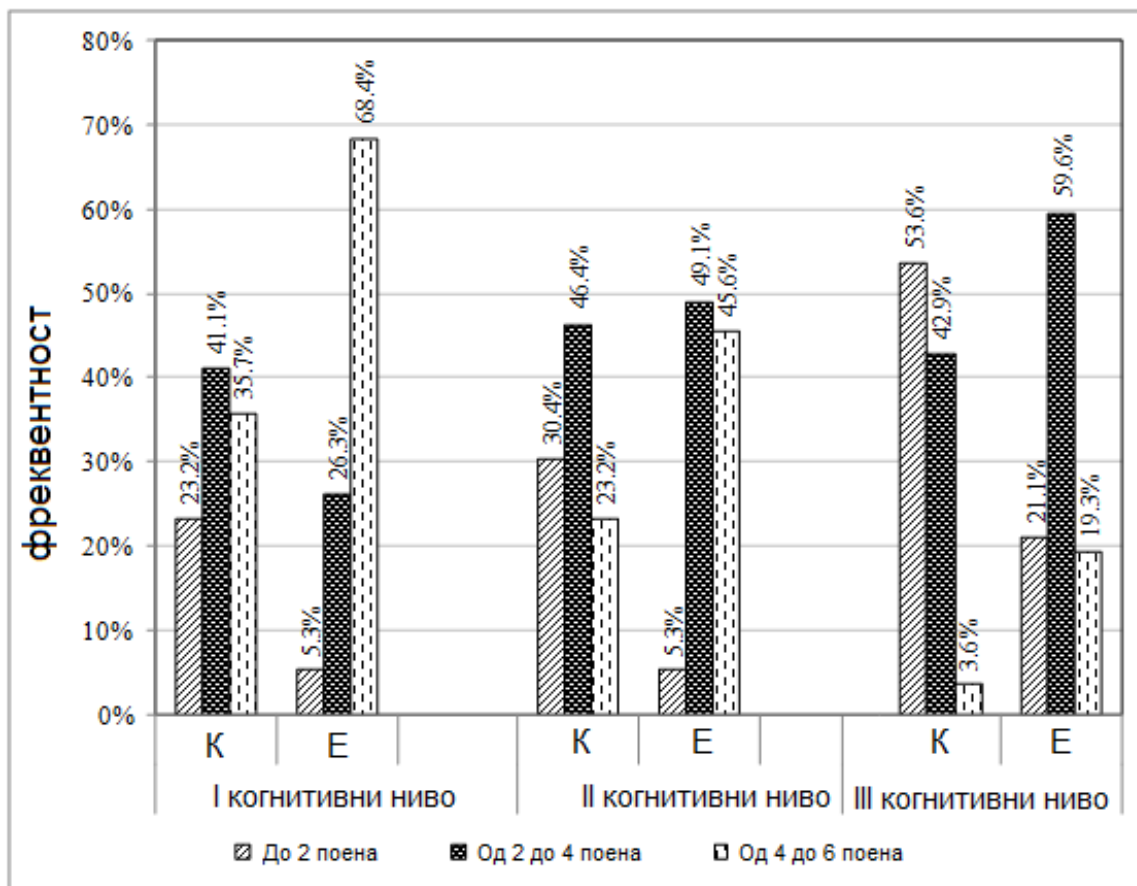


График 2. Приказ постигнућа ученика по когнитивним нивоима

#### 4.4. Разлика у постигнућу ученика у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције

Испитивана је полазна хипотеза Х3. (0) по којој не постоји значајна разлика у постигнућу ученика у односу на пол за примењиване наставне инструкције, односно хипотеза Х3. (а) по којој постоји значајна разлика у постигнућу ученика у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

Истраживањем је добијено да не постоји статистички значајна разлика у постигнућу ученика у односу на пол ученика,  $F(1,112) = 0,675$ ,  $p = 0,413$ . Девојчице су оствариле  $M = 11,36$ ,  $SD = 3,21$  док су дечаки остварили  $M = 10,85$ ,  $SD = 0,41$ . Дескриптивном статистиком добијено је да око 51% девојчица и око 55% дечака је освојило од 7 до 12

бодова, а око 30% дечака и 40% девојчица 13 и више бодова. Иако се уочава разлика од око 10% у корист девојчица, ова разлика ипак није статистички значајна.

#### **4.5. Разлика између ученика Е и К групе у самоперцепираном менталном напору**

Испитивана је полазна хипотеза Х4. (0) у којој се тврдило да не постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у самоперцепираном менталном напору у зависности од примењене наставне инструкције, односно хипотеза Х4. (а), у којој се тврди да постоји статистички значајна разлика у постигнућу између ученика Е и К групе, у самоперцепираном менталном напору зависности од примењене наставне инструкције.

Једнофакторском анализом варијансе испитана је статистичка значајност у перципираном менталном напору ученика у зависности од примењене наставне инструкције  $F(1,112) = 4,062$ ,  $p = 0,046$ . Просечно перципирани напор ученика експерименталне групе износио је  $M = 2,56$ ,  $SD = 0,99$ , док је за ученика контролне групе то било  $M = 2,92$ ,  $SD = 0,88$ . Ова разлика је потврђена и хи-квадрат тестом,  $\chi^2 (df = 4, N = 113) = 17,51$ ,  $p = 0,001$ ,  $\phi = 0,394$ . На графику 3 приказана је расподела перципираног менталног напора за обе групе.

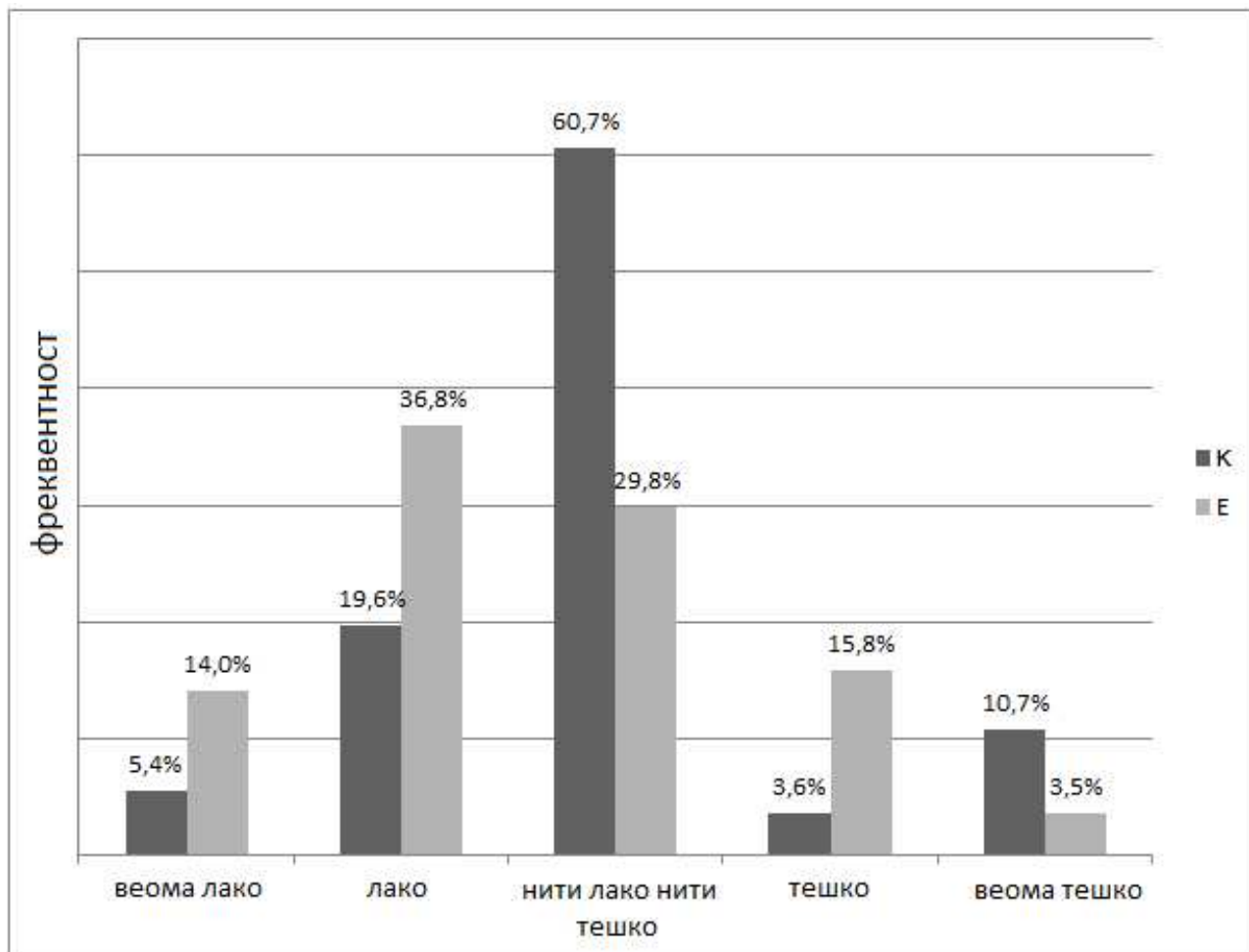


График 3. Приказ расподеле менталног напора

Како се види на графику 3, ученици Е групе су у већој мери перципирали мањи ментални напор него ученици К групе. Овим је потврђена полазна хипотеза да постоји разлика у перципираном менталном напору између испитаних група и да су ученици експерименталне групе перципирали мање вредности менталног напора него ученици контролне групе.

#### **4.6. Разлика у самоперцепираном менталном напору ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције**

Испитивана је полазна хипотеза Х5. (0) у којој се тврдило да не постоји значајна разлика у самоперцепираном менталном напору ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције, односно хипотеза Х5. (а), у којој се тврди да постоји значајна разлика у самоперцепираном менталном напору између ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.

Посматрано према когнитивним нивоима (график 4), хи-квадрат тестом је показано да постоји статистичка значајност за сва три нивоа. За когнитивни ниво знање ( $\chi^2$  (df = 4, N = 113) = 10,70, p = 0,030, fi = 0,31), добијено је да је више ученика Е групе него ученика К групе питања оценило као веома лака, док је више ученика К групе него ученика Е групе иста питања оценило као ни тешка ни лака и веома тешка. За когнитивни ниво схватање ( $\chi^2$  (df = 4, N = 113) = 6,88, p = 0,142) добијено је да је око половине ученика Е групе питања оценило као (веома) лака, док је половина ученика К групе иста питања оценило као ни тешка ни лака. За когнитивни ниво примена знања ( $\chi^2$  (df = 4, N = 113) = 2,48, p = 0,648) добијено је да је нешто више ученика Е групе него К групе питања оценило као лака или ни лака ни тешка, док је више ученика К групе него ученика Е групе иста питања оценила као тешка. Добијени податак указује на позитивну активну улогу ученика у грађењу сопственог знања.

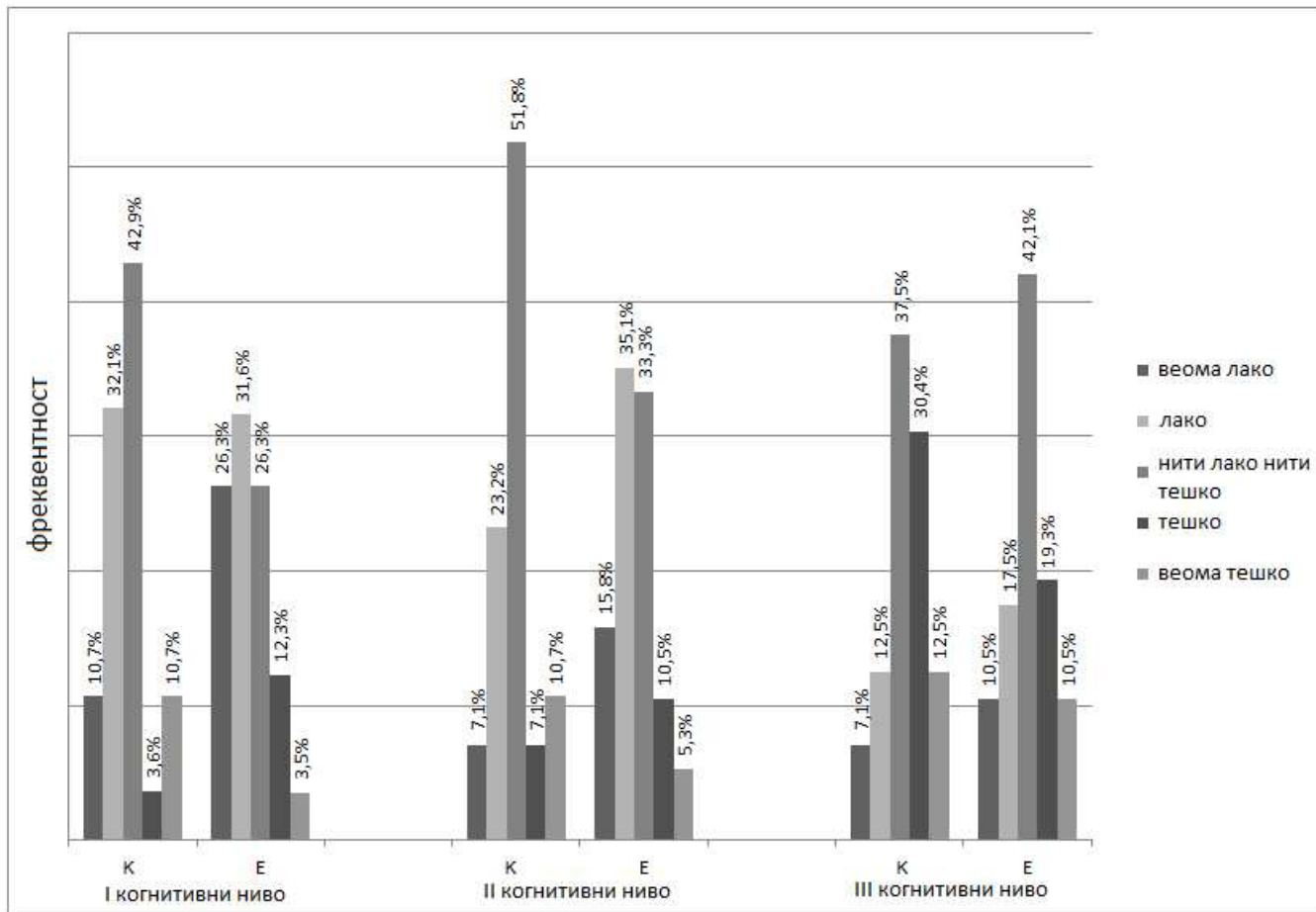


График 4: Приказ перципираног менталног напора према когнитивним нивоима.

На графику 5 приказан је самоперципирани ментални напор за први когнитивни ниво знање.

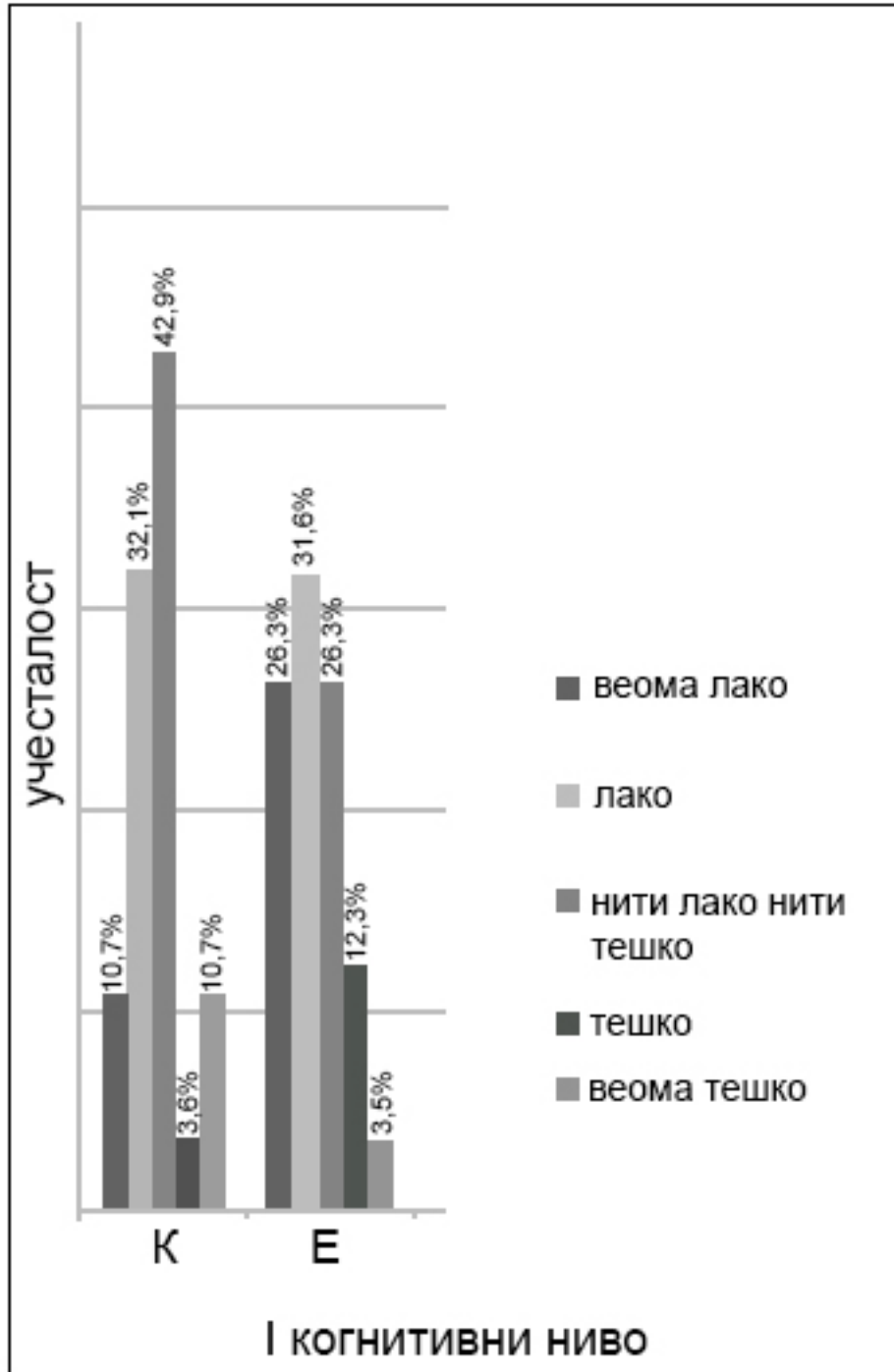


График 5. Приказ перцепираног менталног напора за први когнитивни ниво знање

Перципиран ментални напор на првом когнитивном нивоу знања је такав да је 26,3% ученика експерименталне групе окарактерисало питања првог когнитивног нивоа на финалном тесту, као веома лака, док је то у контролној групи учинило свега 10,7 %

ученика. У експерименталној групи 31,6% ученика је питања окарактерисало као лака, док је то у контролној групи учинило 32,1% ученика, што је приближно подједнак проценат ученика у обе групе. Одговор, ни лако ни тешко био је заступљен у експерименталној групи код 26,3% ученика, док је исти одговор у контролној групи био заступљен у износу од 42,9% ученика. 12,3% ученика у експерименталној групи је описало питања првог когнитивног нивоа као тешка, док је то у контролној групи учинило 3,6% ученика. И напослетку, свега 3,5 % ученика из експерименталне групе је одговорило да су питања веома тешка, а то је учинило и 10,7% ученика контролне групе за когнитивни ниво знања.

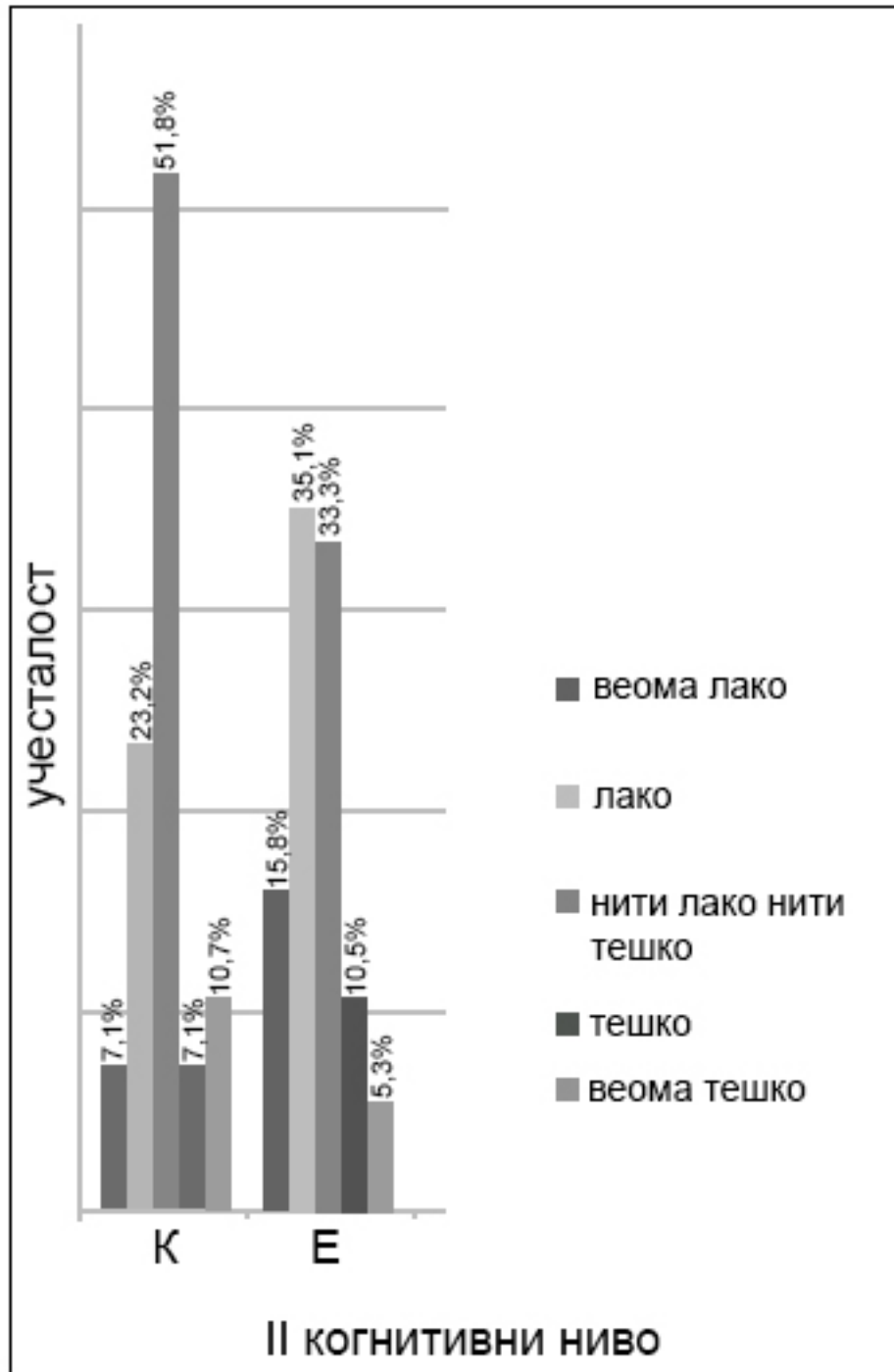


График 6. Приказ перцепираног менталног напора за други когнитивни ниво схватање

Перципиран ментални напор на когнитивном нивоу схватање је такав да је 15,8% ученика експерименталне групе одговорило да питања спадају у категорију веома лаких, док 7,1% ученика контролне групе одговорило да су питања на когнитивном нивоу



схватање веома лака. Процент ученика који је одговорио у експерименталној групи да су питања лака је 35,1%, док је у контролној групи тај проценат 23,2 %. 33,3% ученика експерименталне групе је одговорило да су питања за когнитивни ниво схватање, ни тешка ни лака, док је у контролној групи проценат одговарајућих ученика био 51,8%. Питања су тешка за 10,5% ученика експерименталне групе, док у контролној групи 7,1% ученика сматра да су питања тешка. И, напоследку, 5,3% ученика експерименталне групе одговара да су питања веома тешка, а у контролној групи тај проценат ученика је 10,7%.

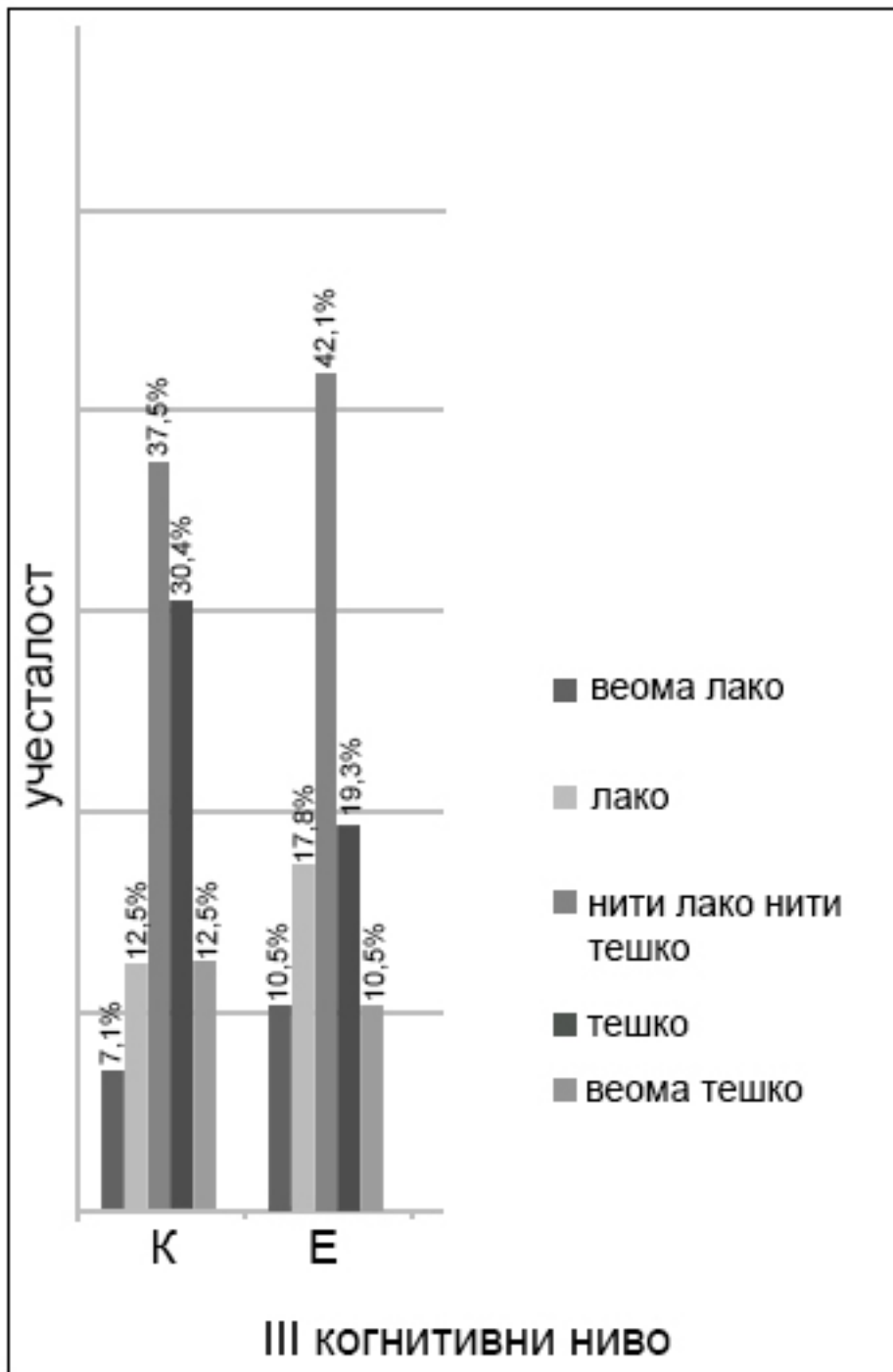


График 7. Приказ перцепираног менталног напора за трећи когнитивни ниво примена

У трећем когнитивном нивоу-примени знања, у експерименталној групи 10,5% ученика питања сматра веома лаким, док у контролној групи 7,1% ученика питања сматра веома лаким. 17,8% ученика експерименталне групе питања сматра лаким, а у контролној

групи питања сматра лаким 12,5% ученика. Питања су ни тешка ни лака за 42,1% ученика експерименталне групе и 37,5% ученика контролне групе. 19,3% ученика експерименталне групе питања сматра тешким, док је одговарајући проценат ученика у контролној групи је 30,4%. У експерименталној групи, 10,5% ученика питања сматра веома тешким, док 12,5% ученика контролне групе питања сматра веома тешким.

#### **4.7. Разлика у перцепираном менталном напору у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције**

Испитивана је полазна хипотеза Х6. (0) по којој не постоји значајна разлика у перцепираном менталном напору у односу на пол испитаника за примењиване наставне инструкције, односно хипотеза Х6. (а) по којој постоји значајна разлика у перцепираном менталном напору ученика у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

Истраживањем није добијен статистички значајан утицај пола на перципираност менталног напора,  $F(1,112) = 1,953$ ,  $p = 0,165$ . Добијено је да су девојчице перципирале напор од  $M = 2,59$ ,  $SD = 1,05$ , а дечаци од  $M = 2,84$ ,  $SD = 0,86$ . Објашњење за нешто нижи перципирани напор се може наћи у томе да су девојчице педантније и да су више времена посветиле цртању и бојењу мапа те тако и боље и лакше запамтиле везе.

#### 4.8. Инструкциона ефикасност и инструкциона ангажованост

Инструкциона ефикасност је рачуната помоћу формуле дате у раду Paas and Van Merriënboer (1993). Користећи се овом формулом добијено је да је инструкциона ефикасност у експерименталној групи износила  $E_E = 0,468$ , док је инструкциона ефикасност у контролној групи износила  $E_K = -0,528$  (слика 5). У оквиру овог истраживања било је обухваћено и испитивање инструкционе ангажованости, тако је у експерименталној групи добијена вредност од  $I_E = 0,213$ , док је у контролној групи износила  $I_K = -0,164$ .

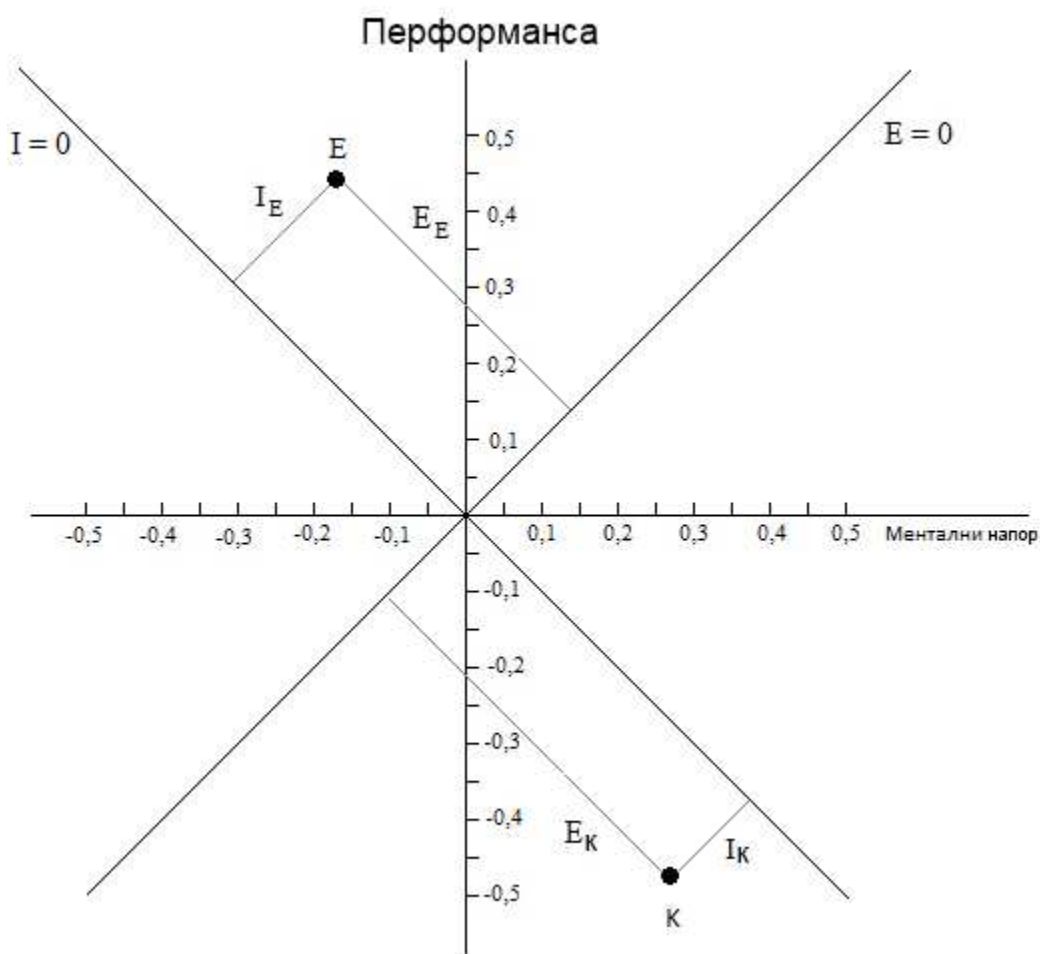


График 8: Инструкциона ефикасност и ангажованост.

## 5. Закључак

Основни циљ методике наставе физике у општем смислу, са становишта теорије когнитивног оптерећења био би изналажење начина остварења ефикаснијег наставног процеса, који би довео до мањег когнитивног оптерећења ученика и самим тим веће трајности усвојених знања. Значајан фактор који одређује смањено когнитивно оптерећење може бити наставни метод – начин пласирања спољашње инструкције ученику. Овим радом показује се да пласирана инструкција у виду мапа ума значајно смањује когнитивно оптерећење ученика у основној школи, повећава инструкциону ефикасност и ангажованост ученика у грађењу сопственог знања.

Експериментална и контролна група су пре увођења експерименталне наставне инструкције сматране уједначеном,  $p > 0,05$ , што је потврђено једнофакторском анализом варијансе односно утврђено је непостојање статистички значајне разлике између експерименталне и контролне групе. Након тога примењен је педагошки експеримент са паралелним групама. Након извођења педагошког експеримента применом једнофакторске анализе варијансе утврђено је постојање статистички значајне разлике у постигнућу ученика,  $p \leq 0,05$ . На финалном тестирању ученици експерименталне групе постигли су веће постигнуће од ученика контролне групе, што је потврђено хи-квадрат тестом, и т тестом упарених узорака. Тиме је потврђена хипотеза  $X1(a)$  да постоји статистички значајна разлика између ученика експерименталне и контролне групе у постигнућу ученика у зависности од примењене наставне инструкције.

Примењена једнофакторска анализа варијансе и хи квадрат теста између контролне и експерименталне групе, по когнитивним нивоима знање, схватање и примена је показала статистички значајну разлику у постигнућу ученика за сва три когнитивна нивоа.

По питању постигнућа у когнитивном нивоу знање једнофакторска анализа варијансе показала је статистички значајну разлику у постигнућима ученика у зависности од примењене наставне инструкције  $F(1,112) = 17,105$ ,  $p = 0,000$ , ета квадрат = 0,134. На овој групи питања просечно постигнуће ученика експерименталне групе је  $M=4,82$ ,  $SD=1,21$ , док је за ученике контролне групе то било  $M=3,82$ ,  $SD=1,36$ . Та разлика потврђена је и хи-квадрат тестом,  $\chi^2 (df = 5, N = 113) = 17,24$ ,  $p = 0,004$ ,  $\phi = 0,391$ .

По питању постигнућа ученика за когнитивни ниво схватање у зависности од примењене наставне инструкције, једнофакторска анализа варијансе је показала да постоји статистички значајна разлика  $F(1,112) = 14,654$ ,  $p = 0,000$ , ета квадрат = 0,117. Ученици експерименталне групе су за ову групу питања имали просечно постигнуће  $M=4,30$ ,  $SD = 1,30$ , док је за ученике контролне групе то било  $M = 3,29$   $SD = 1,51$ . Та разлика је потврђена и хи-квадрат тестом  $\chi^2 (df = 6, N = 113) = 16,43$ ,  $p = 0,012$ ,  $\phi = 0,381$ .

За когнитивни ниво примена знања, једнофакторска анализа варијансе је показала статистички значајну разлику у постигнућима ученика експерименталне и контролне групе у зависности од примењене наставне инструкције  $F(1,112) = 25,812$ ,  $p = 0,000$ , ета квадрат = 0,189. Ученици експерименталне групе су за ову групу питања имали просечно постигнуће  $M=3,51$ ,  $SD = 1,23$ , док је за ученике контролне групе то било  $M = 2,36$   $SD = 1,18$ . Та разлика је потврђена и хи-квадрат тестом  $\chi^2 (df = 6, N = 113) = 22,876$ ,  $p = 0,001$ ,  $\phi = 0,450$ .

Тиме је потврђена хипотеза Х2 (а) да постоји разлика у постигнућу ученика за три испитивана когнитивна нивоа у зависности од примењене наставне инструкције.

У истраживању је добијено да утицај пола испитаника није статистички значајан на постигнуће ученика. Девојчице су оствариле  $M = 11,36$ ,  $SD = 3,21$  док су дечаци остварили  $M = 10,85$ ,  $SD = 0,41$ . Тиме је показана хипотеза Х3 (0), да не постоји значајна разлика у постигнућу ученика у односу на пол испитаника за примењене наставне инструкције.

У истраживању је добијено да су ученици експерименталне групе, перцепирали мањи напор од ученика контролне групе. Просечно перципирани напор ученика експерименталне групе износио је  $M = 2,56$ ,  $SD = 0,99$ , док је за ученика контролне групе то било  $M = 2,92$ ,  $SD = 0,88$ . Ова разлика је потврђена и хи-квадрат тестом,  $\chi^2 (df = 4, N = 113) = 17,51$ ,  $p = 0,001$ ,  $\phi = 0,394$ . Тиме је потврђена хипотеза Х4(а) у којој се тврдило да постоји статистички значајна разлика у постигнућу ученика Е и К групе у зависности од примењене наставне инструкције.

За расподелу менталног напора добијени су следећи резултати по когнитивним нивоима знање, схватање, и примена:

- За когнитивни ниво знање добијено је да је више ученика Е групе него ученика К групе питања оценило као веома лака, док је више ученика К групе него ученика Е групе иста питања оценило као ни тешка ни лака и веома тешка.
- За когнитивни ниво схватање добијено је да је око половине ученика Е групе питања оценило као (веома) лака, док је половина ученика К групе иста питања оценило као ни тешка ни лака.
- За когнитивни ниво примена знања добијено је да је нешто више ученика Е групе него К групе питања оценило као лака или ни лака ни тешка, док је више ученика К групе него ученика Е групе иста питања оценила као тешка.

Тиме је потврђена хипотеза Х5 (а) којом се тврди да постоји разлика у самоперцепираном менталном напору између ученика у зависности од примењене наставне инструкције.

Што се тиче самоперцепираног менталног напора, у истраживању је добијено да су девојчице перцепирале нижи ментални напор од дечака, али то ипак није статистички значајно. Тиме је потврђена хипотеза Х6 (0) да не постоји статистички значајна разлика у самоперцепираном менталном напору у односу на пол испитаника.

Израчунате су инструкциона ефикасност и ангажованост ученика.

Инструкциона ефикасност и ангажованост ученика које су добијене у истраживању су далеко повољније у експерименталној групи. Инструкциона ефикасност у експерименталној групи је добијена као  $E_E = 0,468$ , а ангажованост је  $I_E = 0,213$ , док је инструкциона ефикасност у контролној групи  $E_K = -0,528$ , а инструкциона ангажованост је  $I_K = -0,164$ .

Добијени параметри указују на значајну ефикасност примене наставне инструкције у експерименталној групи. Код ученика ове групе постигнуто је веће постигнуће ученика уз истовремено смањење менталног напора што је резултирало већом инструкционом ефикасношћу и ангажованошћу ученика у грађењу сопственог знања.

### **5.1. Предности истраживања**

Предност истраживања огледа се у томе што су коришћена целовита одељења јер је у школи неприхватљиво да се разбију устаљена одељења да би се извршио педагошки експеримент. Наставни садржаји су у једној и другој групи исти и обрађивани су под утицајем експерименталног фактора, али и традиционалном методом а и мерни инструменти су исти у обе групе. То су типичне предности педагошког експеримента са паралелним групама.

### **5.2. Ограничења истраживања**

Основно ограничење овог истраживања огледа се у узорку испитаника који су узети из две основне школе у Новом Саду и Футогу. Обухваћено градиво у истраживању односило се на искључиво на наставну тему *Равнотежа тела* која се изучава у седмом разреду основне школе, а не на све наставне теме.

У иницијалном и финалном тесту, коришћена су питања затвореног типа, и питања вишеструког избора тако да ученици могу изабрати тачан одговор од понуђених. У таквом систему одговарања на питања увек постоји могућност да ученик одбере тачан одговор на основу вероватноће тачног одбира а да при томе не користи процес критичког мишљења.

### **5.3. Импликације за даља истраживања**

Овај рад пружа скроман допринос у примени мапа ума у настави физике у основној школи. Каснија истраживања, која би могла бити усмерена овим радом, могла би се односити на примену мапа ума „у малом“ – на конкретно решавање типичних физичких проблема или рачунских квалитативних али и квантитативних задатака. Наиме мапе ума, по скромном уверењу аутора рада могуће је користити не само на нивоу наставне теме или наставне јединице, већ и у тренуцима када ученици решавају њима дат конкретан задатак из физике. Познато је да ученици решавају задатке помоћу геометрије „статичних“ слика, које су у физици веома заступљене и да често за решавање задатка се позивају на такву геометрију, не би ли успели да наведу математичке једначине неопходне за решавање проблема. Алгоритам решавања таквих физичких задатака, подразумевао би стално позивање на слику физичке појаве или процеса, у тренуцима када ученицима, приликом решавања самог задатка недостаје потребан и довољан број математичких једначина, које



повезују познате и непознате величине у задатку. Заправо свака једначина за основ имала би једну слику, и самим тим би њеним изношењем на лист белог папира, биле ангажоване и лева и десна мождана хемисфера чији рад би био подстакнут настајањем нове мапе ума.

## 6. Литература

1. Abi El Mona, I., & Adb El Khalick, F. (2008). The influence of mind mapping on eighth graders' science achievement. *School Science and mathematics, 108*(7), 298-312.
2. Akinoglu, O., Yasar, Z. (2007). The effects of note taking in science education through the mind mapping technique on students' attitudes, academic achievement and concept learning. *Journal of Baltic Science Education, 6*(3), 34-43.
3. Akpınar, E., Yıldız, E., Tatar, N., Ergin, Ö. (2009). Students' attitudes toward science and technology: an investigation of gender, grade level, and academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 1*, 2804–2808.
4. Anglin, G. J., Vaez, H., Cunningham, K. L. (2004). Visual Representations and Learning: The Role of Static and Animated Graphics. u D. H. Jonassen (ur.), *Handbook of research on educational communications and technology* (str. 865-916). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
5. Anokhin P. K. (1973). The forming of natural and artificial intelligence. *Impact of Science in Society, 23*(3).
6. Ayres, P. (2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems. *Learning and Instruction, 16*(5), 389-400.
7. Babić, N. (2007). Konstruktivizam i pedagogija. *PEDAGOGIJSKA istraživanja, 4*(2), 217-229.
8. Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science, 255*(5044), 556-559.
9. Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences, 4* (11), 417-422.
10. Baddeley, A., Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation, 8*, 47-89.
11. Банђур, В., Поткоњак, Н. (1999). *Методологија педагогије*. Београд: Савез педагошких друштава Југославије.
12. Bay, E., Ilhan, M., Aydın, Z., Kinay İ., Yiğit, C., Kahramanoğlu, R. ... Özyurt, M. (2014). An Investigation of Teachers' Beliefs about Learning. *Croatian Journal of Education, 16*(3), 55-90.

13. Blake, B., Pope, T. (2008). Developmental Psychology: Incorporating Piaget's and Vygotsky's Theories in Classrooms. *Journal of Cross-Disciplinary Perspectives in Education* 1(1), 59 – 67.
14. Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, W. and Krathwohl, D. (1956): *Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals – Handbook 1 Cognitive Domain*, London: Longmans, Green and Co LTD.
15. Bošnjak, Z. (2009). Primjena konstruktivističkog poučavanja i kritičkog mišljenja u srednjoškolskoj nastavi sociologije: pilot-istraživanje. *Revija za sociologiju*, 40(39), 257-277.
16. Borg, G., Bratfish, O., & Dornic, S. (1971). On the problems of perceived difficulty. *Scandinavian Journal of Psychology*, 12(4), 249-260.
17. Boyson, G. (2009). The Use of Mind Mapping in Teaching and Learning. *The Learning Institute*, Assignment 3.
18. Brinkmann, A. (2003). Mind Mapping as a Tool in Mathematics Education. *National Council of Teachers of Mathematics*, 96(2), 96-101.
19. Brünken, R., Plass, J. L., Leutner, D. (2003). Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational psychologist*, 38(1), 53–61.
20. Budd, J.W. (2010). Mind Maps As Classroom Exercises. *The Journal of Economic Education*, 35(1), 35-46.
21. Buzan, T., Buzan, B. (1999). *Mape uma*. Beograd, Finesa.
22. Chandler, P., Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293-332.
23. Chandler, P., Sweller, J. (1992). The Split-attention Effect as a Factor in the Design of Instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62(2), 233-246.
24. Chandler, P., Sweller, J. (1996). Cognitive Load While Learning to Use a Computer Program. *Applied Cognitive Psychology*, 10(2), 151-170.
25. Chase, W. G., Simon, H. A. (1973). Perception in Chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.
26. Chow, S. J., & Yong, B. C. S. (2013). Secondary School Students' Motivation and Achievement in Combined Science. *US-China Education Review B*, 3(4), 213-228.
27. Clark, R. C., Nguyen, F., Sweller, J. (2006). *Efficiency in Learning: Evidence-Based Guidelines to Manage Cognitive Load*. Hoboken, NJ: Pfeiffer.

28. Čaluković, N. (2014a). *Fizika 7, Zadaci, testovi i laboratorijske vežbe za sedmi razred osnovne škole*. Beograd: Krug.
29. Čaluković, N. (2014b). *Fizika 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole*. Beograd: Krug.
30. Dhindsa, H. S., Kasim, M. Anderson, O.R. (2011). Constructivist-Visual Mind Map Teaching Approach and the Quality of Students' Cognitive Structures. *Journal of Science Education and Technology*, 20(2), 186–200.
31. Dunjić, M. (2016). Aktivni oblici učenja: Realizacija elemenata konstruktivističke nastave u odgojno-obrazovnoj praksi (Diplomski rad). Sveučilište u Zadru, Zadar.
32. Farrand, P., Hussain, F., Hennessy, E. (2002). The efficacy of the 'mind map' study technique. *Medical education*, 36, 426-431.
33. Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences*. New York: Basic Books.
34. Glasersfeld, E. von (1989). Cognition, Construction of Knowledge, and Teaching. *Synthese*, 80(1), 121-140.
35. Gojkov, G. (2011). DIDACTIC LIMITATIONS OF CONSTRUCTIVISTIC LEARNING MODEL IN TEACHING. *Metodički obzori*, 6(3), 19-40.
36. Goodnough, K., Woods, R. (April 2002). *Student and Teacher Perceptions of Mind Mapping: A Middle School Case Study*. Rad prezentovan na The Annual Meeting of American Educational Research Association, New Orleans.
37. Haber, R. N. (1970). How we remember what we see. *Scientific American*, 222(5), 104-112.
38. Hacıeminoglu, E. (2016). Elementary School Students' Attitude toward Science and Related Variables. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(2), 35-52.
39. Haskell, M. (8. oktobar 2005). Mind-mapping helps children remember lessons. *Fayetteville Observer*.
40. Huang, W., Eades, P., Hong, S. (2009). Measuring effectiveness of graph visualizations: A cognitive load perspective. *Information Visualization*, 8(3), 139–152.

41. Ивић, И., Пешикан, А., Антић, С. (2001). *Активно учење*. Београд: Институт за психологију.
42. Jelić, T. (2014). Alati za upravljanje sopstvenim učenjem-Маре ума и brejnstorming alati (Master rad). preuzeto sa:  
[http://www.ftn.kg.ac.rs/download/SIR/SIR%20Tamara%20Jelic%200906\\_2013.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/download/SIR/SIR%20Tamara%20Jelic%200906_2013.pdf)
43. Jukić, R. (2013). Konstruktivizam kao poveznica poučavanja sadržaja prirodnoznanstvenih i društvenih predmeta. *PEDAGOGIJSKA istraživanja*, 10(2), 214-263.
44. Jurišević, M., Glažar, S. A., Vogrinc, J., Devetak, I. (2009, Januar). *Intrinsic motivation for learning science through educational vertical in Slovenia*. Rad prezentovan na: Fifth biennial self international conference enabling human potential: The centrality of self and identity, Al Ain, United Arab Emirates.
45. Kapor, D., Šetrajčić, J. (2009). *Fizika*. Београд: Завод за удџбенике.
46. Kenyon, G. (14. april 2002). Mind mapping can help dyslexics. *BBC news*. Preuzeto sa <http://news.bbc.co.uk/2/hi/education/1926739.stm>
47. Костић, А. (2006). *Когнитивна психологија*, Београд: Завод за удџбенике и наставна средства.
48. Ковачевић, Ј., Сегединац, М. (2007). Допринос реформи наставе – мапе ума. *Зборник Матице српске за друштвене науке*, 122, 191-201.
49. Krathwohl, D.R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218.
50. Krsnik, R. (2008). *Suvremene ideje u metodici nastave fizike*. Загреб: Школска knjiga.
51. Lalić-Vučetić, Z. N. (2015). *Postupci nastavnika u razvijanju motivacije učenika za učenje* (Doktorska disertacija). Универзитет у Београду, Београд.
52. Lee, H., Plaas, J. L., Homer, B. D. (2006). Optimizing Cognitive Load for Learning From Computer-Based Science Simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.
53. Lee, S. C., Hayes, N, K., Seitz, J., DiStefano, R. O'Connor, D. (2016). Understanding motivational structures that differentially predict engagement and achievement in middle school science. *International Journal of Science Education*, 38(2), 192-215.

54. Marcus, N., Cooper, M., & Sweller, J. (1996). Understanding instructions. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 49-63.
55. McArdle, G. (1993). *Delivering Effective Training Sessions Fifty-Minute Series*. Boston: Course PTR.
56. Mento, A. J., Martinelli, P., Jones, R. M. (1999). Mind mapping in executive education: applications and outcomes. *Journal of Management Development*, 18(4), 390-407.
57. Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, (101)2, 343-352.
58. Mitrović, M. (2013a). *Fizika 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole*. Beograd: Saznanje.
59. Mitrović, M. (2013b). *Praktikum Fizika 7, zbirka zadataka i eksperimentalnih vežbi za 7. razred osnovne škole*. Beograd: Saznanje.
60. Newhouse, N. (1990). Implications of Attitude and Behavior Research for Environmental Conservation. *The Journal of Environmental Education*, 22(1), 26-32.
61. Novak, J. (1998). *Learning, creating and using knowledge. Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
62. Nussbaum, J. (2013). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, 11(5), 37-41.
63. Обадовић, Д., Ранчић, И., Бошњак, М. (2014). Концепт мапе и мапе ума у реализацији пројектне наставе. у Д. Обадовић., И. Дојчиновић (ур.), *Зборник предавања, програма радионица, усмених излагања, постер радова и прилога са XXXII Републичког семинара о настави физике* (стр.78-82). Вршац: Друштво физичара Србије.
64. Obadovic, Ž. D., Rančić, I., Cvijetićanin, S., Segedinac, M. (2013). The Impact of Implementation of Simple Experiments on the Pupils' Positive Attitude in Learning Science Contents in Primary School. *The New Educational Review* 34(4), 138-150.
65. Ornstein, R. (1986). *Multimind: A new way of looking at human behaviour*. Boston: Houghton Mifflin.
66. Ornstein, R. (1991). *The evolution of consciousness*. New York: Prentice Hall Press.
67. Osborne, J., Simon, S., Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*. 25(9), 1049-1079.

68. Paas, F., van Merriënboer, J. J. G. (1993). The Efficiency of Instructional Conditions: An Approach to Combine Mental Effort and Performance Measures. *Human Factors The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 35(4), 737-743.
69. Paas, F. G. W. C., van Merriënboer, J. J. G. (1994a). Instructional Control of Cognitive Load in the Training of Complex Cognitive Tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 351-371.
70. Paas, F. G. W. C., van Merriënboer, J. J. G. (1994b). Variability of Worked Examples and Transfer of Geometrical Problem-Solving Skills: A Cognitive-Load Approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 122-133.
71. Paas, F. W. C., van Merriënboer, J. J. G., Adam, J. J. (1994). Measurement of Cognitive Load in Instructional Research. *Perceptual and Motor Skills*, 79(1), 419-430.
72. Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.
73. Pass, F., Tuovinen, J.E., van Merriënboer, J. J. G., Darabi, A. A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 25-34.
74. Palekčić, M. (2002). Konstruktivizam - nova paradigma u pedagogiji?. *Napredak*, 143(4) 403-413.
75. Pešikan, A. (2010). Savremeni pogled na prirodu školskog učenja i nastave: socio-konstruktivističko gledište i njegove praktične implikacije. *Psihološka istraživanja*, 8(2), 157-184.
76. Peterson, A. R., Snyder, P.J. (Avgust 1998). *Using mind maps to teach social problems analysis*. Rad prezetovan na Annual Meeting of the Society for the Study of Social Problems, San Francisco, CA.
77. Peterson, R. L., Peterson, J. M. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, (58)3, 193-198.
78. Piaget, J. (1971). *Genetic epistemology*. New York: W.W. Norton & Company. INC.
79. Plass, J. L., Moreno, R., Brünken, R. (Ur.). (2010). *Cognitive load theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
80. Pollock, E., Chandler, P., Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12(1), 61-86.

81. Попов, S., Jukić, S. (2006). *Pedagogija*. Novi Sad: Cnti, Vili.
82. *Правилник о упису ученика у средњу школу*. (2017). („Службени гласник РС”, број 38/17), Београд.
83. Ralston, J., Cook, D. (2007). Collaboration, ITC and Mind Mapping, *Reflecting Education*, 3(1), 61-73.
84. Ранчић, И. (2013). *Утицај метакогнитивних способности на ефикасност учења у настави физике* (Докторска дисертација). Универзитет у Новом Саду, Нови Сад
85. Rhodes, S. (2013). *Mind Maps!*. Прескот Вали: JJ Fast Publishing, LLC.
86. Roth, W., Roychoudhury, A. (1992). The Social Construction of Scientific Concepts or the Concept Map as Device and Tool Thinking in High Conscription for Social School Science. *Science Education*, 76(5), 531-557.
87. Рот, Н. (1981). *Опита психологија*, Завод за уџбенике и наставна средства: Београд.
88. Smith, E. E., Jonides, J. (1997). Working Memory: A View from Neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33(1), 5-42.
89. Sperry, R.W. (1968). Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. *American Psychologist*, 23(10), 723-733.
90. Станивук, Љ., Скубан, С., Богдановић, И. (2015). Ставови ученика техничке школе о оцени из физике и мотивација за учење садржаја физике. *Настава и васпитање*, 4, 735-751.
91. Stanković, N., Randić, S. (2008, мај). Primena mentalnih mapa u nastavi. u D. Golubović (ur.), *Zbornik radova naučno-stručnog skupa Tehnika i informatika u obrazovanju - TIO'08* (214-220). Čačak: Tehnički fakultet Čačak.
92. Stefan, M., Ciomoş, F. (2010). The 8th and 9th grades students' attitude towards teaching and learning physics. *Acta Didactica Naponcesia*, 3, 7-14.
93. Stojnov, D. (2001). Konstruktivistički pogled na svet: Predstavljanje jedne paradigme. *Psihologija*, 1-2, 9-48.
94. Suzić, N. (2006). Unutrašnja i vanjska motivacija u školskom postignuću. *Vaspitanje i obrazovanje – časopis za pedagošku teoriju i praksu*, 4, 289–310.



95. Svantesson, I. (1992). *Mind Mapping und Gedächtnistraining*. Bremen: GABAL.
96. Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instructions*, 4(4), 295-312.
97. Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. y Mayer, R. E. (yp.), *The cambridge handbook of multimedia learning* (стр. 19-30). Кембриџ: Cambridge University Press.
98. Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.
99. Sweller, J., Ayres, P., Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.
100. Sweller, J., Chandler, P. (1994). Why Some Material Is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233.
101. Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P, Cooper, M. (1990). Cognitive Load as a Factor in the Structuring of Technical Material. *Journal of Experimental Psychology General*, 119(2), 176-192.
102. Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
103. Taber, S. K. (2011). Constructivism as educational theory: contingency in learning, and optimally guided instruction. U Hassaskhah, J. (ur.) *Educational Theory* (39-61). Hauppauge: Nova Science Publishers.
104. The Wharton School (1981). *A Study of the Effects of the Use of Overhead Transparencies on Business Meetings Wharton Applied Research Center*. Philadelphia, PA: The Wharton School, University of Pennsylvania.
105. Think Buzan LTD (н.д). *Mind Mapping Scientific Research and Studies*. преузето са: <https://b701d59276e9340c5b4d-ba88e5c92710a8d62fc2e3a3b5f53bbb.ssl.cf2.rackcdn.com/docs/Mind%20Mapping%20Evidence%20Report.pdf>
106. Tipper, M. (04.09.2008). *Why Do I Have To Use Keywords When Mind Mapping? How To Use Keywords in Mind Maps*. [Blog]. Преузето са: <http://www.michaelonmindmapping.com/mind-maps/why-do-i-have-to-use-keywords-when-mind-mapping/>
107. Toi, H. (Jun 2009). *Research on how Mind Map improves Memory*. Rad prezentovan na The international Conference on Thinking, Kuala Lumpur.

108. Unfried, A., Faber M., Weibe E. (2012). Gender and Student Attitudes toward Science, Technology Engineering, and Mathematics. *Friday Institute for Educational Innovation*. preuzeto sa: <http://miso.ncsu.edu/wp-content/uploads/2014/08/AERA-2014-paper-Student-Attitudes-Toward-STEM.pdf>
109. University of Washington  
(<http://faculty.washington.edu/smcohen/433/PorphyryTree.html>)
110. Ural, E., Ercan, O. (2015). The Effects of Web-based Educational Software Enriched by Concept Maps on Learning of Structure and Properties of Matter. *Journal of Baltic Science Education* 14(1), 7-19.
111. Van Merriënboer, J. J. G., Krammer, H., P., M. (1987). Instructional strategies and tactics for the design of introductory computer programming courses in high school. *Instructional Science*, 16(3), 251–285.
112. White, R. T., Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. Falmer Press, New York.
113. Wycoff, J. (1991). *Mindmapping: Your personal guide to exploring creativity and problem-solving*. New York: Berkley Books.

## 7. Прилози:

### 7.1. Садржаји програма за наставни предмет Физика за седми разред основног образовања и васпитања

Садржај програма за наставни предмет Физика у основној школи

#### СЕДМИ РАЗРЕД

#### СИЛА И КРЕТАЊЕ (9+14+2)

Обнављање дела градива из шестог разреда које се односи на равномерно праволинијско кретање, силу као узрок промене стања тела и инертност тела. (0+2)

Сила као узрок промене брзине тела. Појам убрзања. (1+1)

Успостављање везе између силе, масе тела и убрзања. Други Њутнов закон. (1+2)

Динамичко мерење силе. (0+1)

Равномерно променљиво праволинијско кретање. Интензитет, правац и смер брзине и убрзања. (1+1)

Тренутна и средња брзина тела. (1+0)

Зависност брзине и пута од времена при равномерно променљивом праволинијском кретању. (2+2)

Графичко представљање зависности брзине и пута од времена код равномерно праволинијског кретања. Графичко представљање зависности брзине тела од времена код равномерно променљивог праволинијског кретања. (2+2)

Међусобно деловање два тела - силе акције и реакције. Трећи Њутнов закон. Примери. (1+1)

Систематизација и обнављање градива. (0+2)

*Демонстрациони огледи:* Илустровање инерције тела помоћу папира и тега. Кретање куглице низ Галилејев жљеб. Кретање тела под дејством сталне силе. Мерење силе динамометром. Илустровање закона акције и реакције помоћу динамометара и колица, колица са опругом и других огледа (реактивно кретање балона и пластичне боце).

#### Лабораторијске вежбе

1. Одређивање сталног убрзања при кретању куглице низ жљеб. (1)

2. Провера Другог Њутновог закона помоћу покретног тела (колица) или помоћу Атвудове машине. (1)

## **КРЕТАЊЕ ТЕЛА ПОД ДЕЈСТВОМ СИЛЕ ТЕЖЕ. СИЛЕ ТРЕЊА (4+6+2)**

Убрзање при кретању тела под дејством силе теже. Галилејев оглед. (1+0)

Слободно падање тела, бестежинско стање. Хитац навише и хитац наниже. (1+2)

Силе трења и силе отпора средине (трење мировања, клизања и котрљања). Утицај ових сила на кретање тела. (2+2)

Систематизација и обнављање градива. (0+2)

*Демонстрациони огледи:* Слободно падање тела различитих облика и маса (Њутнова цев, слободан пад везаних новчића...). Падање тела у разним срединама. Бестежинско стање тела (огледи са динамометром, с два тега и папиром између њих, са пластичном чашом која има отвор на дну и напуњена је водом). Трење на столу, косој подлози и сл. Мерење силе трења помоћу динамометра.

### **Лабораторијске вежбе**

1. Одређивање убрзања тела које слободно пада. (1)

2. Одређивање коефицијента трења клизања. (1)

## **РАВНОТЕЖА ТЕЛА (5+5+1)**

Деловање две силе на тело дуж истог правца. (1+0)

Појам и врсте равнотеже тела. Полука, момент силе. Равнотежа полуге и њена примена. (2+2)

Сила потиска у течности и гасу. Архимедов закон и његова примена. Пливање и тоњење тела. (2+2)

Систематизација и обнављање градива. (0+1)

*Демонстрациони огледи:* Врсте равнотеже помоћу лењира или штапа. Равнотежа полуге. Услови пливања тела (тегови и стаклена посуда на води, Картезијански гњурац, суво грожђе у минералној води, свеже јаје у води и воденом раствору соли, мандарина са кором и без коре у води, пливање коцке леда на води...).

### **Лабораторијска вежба**

1. Одређивање густине чврстог тела применом Архимедовог закона. (1)

## **МЕХАНИЧКИ РАД И ЕНЕРГИЈА. СНАГА (6+7+2)**

Механички рад. Рад силе. Рад силе теже и силе трења. (2+1)

Квалитативно увођење појма механичке енергије тела. Кинетичка енергија тела. Потенцијална енергија. Гравитациона потенцијална енергија тела. (2+2)

Веза између промене механичке енергије тела и извршеног рада. Закон о одржању механичке енергије. (1+1)

Снага. Коефицијент корисног дејства. (1+1)

Систематизација и обнављање градива. (0+2)

*Демонстрациони огледи:* Илустровање рада утрошеног на савладавање силе трења при клизању тела по различитим подлогама, уз коришћење динамометра. Коришћење потенцијалне енергије воде или енергије надуваног балона за вршење механичког рада. Примери механичке енергије тела. Закон о одржању механичке енергије (Максвелов точак).

### **Лабораторијске вежбе**

1. Одређивање рада силе под чијим дејством се тело креће по различитим подлогама. (1)
2. Провера закона одржања механичке енергије помоћу колица. (1)

## **ТОПЛОТНЕ ПОЈАВЕ (3+5+1)**

Топлотно ширење тела. Појам и мерење температуре. (1+1)

Количина топлоте. Специфични топлотни капацитет. Топлотна равнотежа. (1+1)

Честични састав супстанције: молекули и њихово хаотично кретање. Унутрашња енергија и температура. (1+1)

Систематизација и обнављање градива. (0+2)

*Демонстрациони огледи:* Дифузија и Брауново кретање. Ширење чврстих тела, течности и гасова (надувани балон на стакленој посуди - флаши и две посуде са хладном и топлим водом, Гравесандов прстен, издужење жице, капилара...).

### **Лабораторијска вежба**

1. Мерење температуре мешавине топле и хладне воде после успостављања топлотне равнотеже. (1)

## 7.2. Сценарији часова

### Сценарији за наставне часове у контролној групи:

**Наставна тема:** Равнотежа

**Наставна јединица:** СЛАГАЊЕ СИЛА

**Дидактички систем:** Хеуристички

**Наставна метода:** Монолошка и дијалошка

**Наставни облик рада:** Фронтални

**Циљ часа:** Упознавање ученика са слагањем и разлагањем колинеарних сила

**Образовни задаци:**

#### **1. Материјални:**

Поновити појам силе, чиме је одређена сила, која је јединица за силу

#### **2. Функционални:**

Формулисати појмове нападне тачке сила, резултанте, компоненте, слагања сила и разлагања сила

**Васпитни задаци:**

Стицање радних навика, забележавање битних чињеница, стицање нових искустава.

**Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

**Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

УВОДНИ ДЕО ЧАСА:

1. питање: Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

2. питање: Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

3. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

4. **питање:** Која је јединица за силу ?

- одговор: Јединица за силу је један њутн, 1 N.

#### ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

Као што знамо сила је одређена јачином правцем и смером деловања. Поред та три податка за силу је карактеристична и нападна тачка. Нападна тачка је место на (или у) телу на којем делују посматране силе.

Тела су изложена истовременом деловању више сила, али ћемо ми посматрати случај када силе делују дуж истих праваца.

Ако један човек гура колица низ стрму улицу, и то не може да учини сам, тада му помаже други човек. Оба човека делују извесном силом на колица. Учинак обе ове силе једнак је учинку само једне силе, којом би деловао снажан човек кад би сам вукао колица на исти начин. (Нацртати на табли човека и колица)

Сила која може заменити деловање две или више сила зове се резултанта, а силе које она замењује зову се компоненте.

Слагање сила је поступак изналажења резултанте датих сила.

Најједноставнији случај је слагање сила истога правца.

Када силе делују дуж истога правца и имају исти смер, резултанта  $F_R$  има исти правац и смер као и њене компоненте  $F_1$  и  $F_2$ , а њен интезитет једнак је збиру интезитета тих компонената:  $F_R = F_1 + F_2$ . (Нацртати одговарајућу слику са коњима који вуку кочије.)

Интезитет резултанте двеју сила истога правца али супротних смерова једнак је њиховој разлици:  $F_R = F_1 - F_2$ . (Нацртати слику са пецарошем који пеца рибу.) Резултанта има смер силе већег интезитета, у овом случају силе  $F_1$ .

Као што се деловање двеју или више сила може заменити њиховом резултантом, тако се и једна сила може се заменити са више компонената. Поступак налажења тих компонената зове се разлагање сила. Појава разлагања сила може се посматрати на примеру људи који носе трупац. (Нацртати одговарајућу слику људи који носе трупац) Ту се тежина трупца разлаже на четири компоненте тако да сваки човек носи четвртину терета, а на сваку руку отпада свега једна осмина тежине трупца.

#### ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Шта је то нападна тачка силе ?

- одговор: Нападна тачка је место на телу или у телу у којем делују силе.

2. **питање:** Шта је то резултанта ?

- одговор: Резултанта је сила која може заменити деловање двеју или више сила.

3. **питање:** Шта су то компоненте ?

- одговор: Компоненте су силе које замењује резултанта.

4. **питање:** Шта је то слагање сила ?

- одговор: Слагање сила је поступак изналажења резултанте датих сила.

5. **питање:** Какав правац и смер, и колику јачину има резултанта две силе истог правца и смера ?

- одговор: Резултанта две силе истог правца и смера има исти правац и смер као дате силе, и има јачину једнаку збиру јачина те две силе.

6. **питање:** Какав правац и смер, и колику јачину има резултанта две силе истог правца, а супротног смера ?

- одговор: Резултанта две силе истог правца а супротног смера има исти правац као дате силе, и има јачину једнаку разлици јачина те две силе, а смер је смер силе већег интензитета.

7. **питање:** Шта је то разлагање сила ?

- одговор: Разлагање сила је поступак налажења компонентата сила.

ПРИМЕРИ:

1/2. Да би покренуо камени блок потребно је на њега деловати силом интензитета 250 N. Један дечак може да делује највише силом интензитета 150 N. Коликим минималним интензитетом силе мора да делује други дечак да би помогао другу у покретању каменог блока ?

$$F_R = 250 \text{ N}$$

$$F_1 = 150 \text{ N}$$

$$F_2 = ?$$

$F_R = F_1 + F_2$  (јер су  $F_1$  и  $F_2$  силе истог правца и смера – оба дечака гурају на исту страну камени блок свако својом силом)

Најмањи интензитет силе којом други дечак мора да делује да би помогао свом другу у покретању каменог блока је:  $F_2 = F_R - F_1 = 250 \text{ N} - 150 \text{ N} = 100 \text{ N}$ ;  $F_2 = 100 \text{ N}$ .

2/4. Два астронаута се налазе на Месецу и по хоризонталном тлу гурају велики метеорит колинеарним силама од 150 N и 100 N. Тек кад је пришао трећи и „потпомогао“ са 200 N, метеорит се мало (једва) покренуо (мрдноу). Одредити интензитет силе трећа у овом случају.

$$F_1 = 150 \text{ N}$$



$$F_2 = 100 \text{ N}$$

$$F_3 = 200 \text{ N}$$

$$F_{\text{tr}} = ?$$

$F_R = F_1 + F_2 + F_3 = 150 \text{ N} + 100 \text{ N} + 200 \text{ N} = 450 \text{ N}$   $F_{\text{tr}} = F_R = 450 \text{ N}$ . (Како су силе колинеарне и истог смера интезитет резултанте која делује на метеорит је  $F_R = 450 \text{ N}$ , а интезитет силе трења је управо једнак са  $F_R$  али је дејство ове силе супротно орјентисано.)

3/5. Две силе интезитета  $10 \text{ N}$  и  $7 \text{ N}$  делују на тело. Одредити правце и смерове ових сила тако да интезитет резултантне силе буде: а) најмањи б) највећи.

$$F_1 = 10 \text{ N}$$

$$F_2 = 7 \text{ N}$$

а)  $F_{R\text{min}} = ?$

$F_{R\text{min}} = F_1 - F_2 = 10 \text{ N} - 7 \text{ N} = 3 \text{ N}$ . (Интензитет резултанте је најмањи када су силе  $F_1$  и  $F_2$  колинеарне и имају супротне смерове.)

б)  $F_{R\text{max}} = ?$

$F_{R\text{max}} = F_1 + F_2 = 10 \text{ N} + 7 \text{ N} = 17 \text{ N}$ . (Интезитет резултанте је највећи када су силе колинеарне и када имају исте смерове.)

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд
2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: **Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

**Наставна тема:** Равнотежа

**Наставна јединица:** РАВНОТЕЖА ТЕЛА

**Дидактички систем:** Хеуристички

**Наставна метода:** Монолошка и дијалошка

**Наставни облик рада:** Фронтални

**Циљ часа:** Упознавање ученика са равнотежом тела

## **Образовни задаци:**

### **1. Материјални:**

Поновити појам силе, чиме је одређена сила, шта је то резултанта

### **2. Функционални:**

Формулисати појмове равнотеже, у мировању и кретању, као и отпор подлоге

## **Васпитни задаци:**

СТИЦАЊЕ РАДНИХ НАВИКА, ЗАБЕЛЕЖАВАЊЕ БИТНИХ ЧИЊЕНИЦА, СТИЦАЊЕ НОВИХ ИСКУСТАВА.

## **Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

## **Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

## **УВОДНИ ДЕО ЧАСА:**

1. **питање:** Да ли на неко тело може деловати више сила ?

- одговор: Да, на тело може деловати више сила.

2. **питање:** Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

3. **питање:** Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

4. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

5. **питање:** Шта је то резултанта ?

- одговор: Резултанта је сила која замењује деловање две или више сила.

## **ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:**

Често се деогађа да тело остаје у стању мировања иако на њега делује истовремено више сила. У том случају каже се да су силе у равнотежи.

Сила еластичности лењира  $F$  усмерена навише држи равнотежу тежини тела  $Q$ . Равнотежа ће настати ако деца крајеве ужета вуку једнаким силама у супротним смеровима. (Нацртати слике које илуструју предходно речено).

На основу тих примера можемо закључити да су две или више сила у равнотежи ако је њихова резултанта једнака нули.

Део механике који проучава равнотежа тела (односно сила) у условима мировања, назива се статика. Познавање статике, односно услова при којима се тела налазе у мировању, врло је важно, на пример, при изградњи мостова, телевизијских торњева, машина, зграда итд.

Равнотежа сила може да постоји и код тела када се креће, али тада силе које делују не изазивају промену брзине тог тела. Под равнотежом се дакле не подразумева само стање мировања тела, већ и стање равномерно праволинијског кретања тела, тј. таквог кретања код којег нема убрзања. То кретање је и кретање по инерцији ( I Њутнов закон).

Пример за равнотежу:

Зашто стојимо на подлози ? Ако би на наше тело деловала само сила Земљине теже, требало би да кроз подлогу пропаднемо. То што не пропадамо, значи да на нас делује и нека сила навише. Оно што зовемо тежином управо је сила којом услед силе теже притискамо подлогу. Откада смо упознали трећи Њутнов закон, јасно нам је да и подлога делује на нас силом реакције која се обично назива отпор подлоге. Ова сила се обележава са  $N$  и на хоризонталној подлози је усмерена вертикално увис. Наравно по закону акције и реакције она је једнака тежини тако да је наше тело у равнотежи.

**ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:**

1. **питање:** Када се каже да је тело у равнотежи ?

- одговор: За тело се каже да је у равнотежи када је резултанта сила на њега једнака нули.

2. **питање:** Шта је то статика ?

- одговор: Статика је део механике у коме се изучава равнотежа тела.

3. **питање:** Како је усмерена резултанта сила када се тело креће равномерно праволинијски ?

- одговор: Резултанта сила при равномерно праволинијском кретању тела није нигде усмерена, односно тело се креће по инерцији.

4. **питање:** Шта је то отпор подлоге ?

- одговор: Отпор подлоге је сила реакције којом подлога делује на нас док стојимо на њој.

**ПРИМЕРИ:**

1/1. Да ли тело може да се налази у стању равнотеже ако на њега делују две силе истог правца и смера ?

- одговор: Не може зато што је интезитет резултанте сила које имају исте правце и смерове једнак збиру интезитета ових двеју сила, па резултанта сила које делују на тело није једнака нули.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд
2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: **Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

**Наставна тема:** Равнотежа

**Наставна јединица:** ПОЛУГА И МОМЕНТ СИЛЕ

**Дидактички систем:** Хеуристички

**Наставна метода:** Монолошка и дијалошка

**Наставни облик рада:** Фронтални

**Циљ часа:** Упознавање ученика са равнотежом полуге и моментом силе

**Образовни задаци:**

**1. Материјални:**

Поновити појмове везане за силу

**2. Функционални:**

Формулисати појмове момента силе, полуге, равнотеже полуге, закон полуге, врсте полуге

**Васпитни задаци:**

Стицање радних навика, забележавање битних чињеница, стицање нових искустава.

**Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

**Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

## УВОДНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Да ли на неко тело може деловати више сила ?

- одговор: Да, на тело може деловати више сила.

2. **питање:** Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

3. **питање:** Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

4. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

## ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

При подизању великог камена или при завртању матице завртња, често није довољна сила мишића. Зато се морају употребити оруђа која ће у томе помоћи.

За подизање камена који се не може померити само рукама, употребљава се мотка. Један крај мотке угура се испод камена и постави ослонац. Када се на други крај мотке делује силом мишића, камен ће моћи да се подигне. Такво оруђе се назива полука. Она се обрће око тачке подупирања – ослонца полуге. Ако се терет подигне на извесну висину и престане деловање силом, терет пада и враћа полуку у првобитан положај.

Полуга је свако чврсто тело које се може обртати око непокретног ослонца, а на које истовремено делују бар две силе са тежњом да изазову супротна обртања око њеног ослонца. (Нацртати на табли полуку у равнотежи са обележеним крацима силе и терета)

Нормално растојање између ослонца полуге  $O$ , и правца деловања силе зове се крак силе –  $a$ , а нормално растојање  $b$  између ослонца полуге и правца деловања терета јесте крак терета.

Производ силе и њеног крака назива се момент силе или обртни момент:

$$M_s = F \cdot a$$

Мерна јединица за момент силе је производ јединице силе (N) и дужине (m) дакле њутн-метар.

По аналогији, момент терета је:

$$M_T = Q \cdot b$$

Када полука, под дејством силе и терета престане да се помера, онда је полука у равнотежи. Полука је у равнотежи ако је момент силе једнак моменту терета:

$$M_s = M_T$$

Овај закључак написан у математичком облику представља закон полуге:

$$F \cdot a = Q \cdot b \Rightarrow \frac{F}{Q} = \frac{b}{a} \quad (\text{Написати на табли})$$

**Интезитет силе је онолико пута мањи од тежине терета колико пута је њен крак већи од крака терета.**

Ако сила и терет делују са супротних страна у односу на ослонац полуге таква полуга се назива двострана полуга. Ако сила и терет делују са исте стране ослонца онда је то једнострана полуга (нацртати пример колица за гурање терета и клицалицу).

Код полуге се крак силе често разликује од крака терета. Таква полуга је разнокрака (пример: кантар). Ако је крак силе једнак краку терета онда, се полуга зове једнакокрака (пример: теразије).

**ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:**

1. **питање:** Шта је то полуга ?

- одговор: Полуга је свако чврсто тело које може да се обрће око непокретног ослонца.

2. **питање:** Колико најмање сила делује на полугу ?

- одговор: На полугу најмање делују две силе.

3. **питање:** Шта теже да изазову те две силе на полуги ?

- одговор: Те две силе теже да изазову супротна обртања полуге.

4. **питање:** Шта је то крак силе а шта крак терета ?

- одговор: Крак силе је нормално растојање између ослонца полуге и правца деловања силе, а крак терета је нормално растојање између ослонца полуге и правца деловања терета.

5. **питање:** Шта је то момент силе, а шта момент терета ?

- одговор: Момент силе је производ силе и њеног крака а момент терета је производ терета и његовог крака.

6. **питање:** Која је јединица за момент силе ?

- одговор: Јединица за момент силе је: њутн-метар.

7. **питање:** Када је полуга у равнотежи ?

- одговор: Полуга је у равнотежи ако је момент силе једнак моменту терета.

8. **питање:** Како гласи закон полуге ?

- одговор: Интезитет силе је онолико пута мањи од тежине терета, колико пута је њен крак већи од крака терета.

9. **питање:** Каква је то једнострана а каква је то двострана полуга ?

- Једнострана полука је полука код које сила и терет делују са исте стране ослонца, а двострана полука је полука код које сила и терет делују са супритних страна ослонца.

10. **питање:** Каква је то једнакокрака а каква је то разнокрака полука ?

- одговор: Једнакокрака полука је она полука код које су краци једнаки, а разнокрака је она полука код које су краци различити.

ПРИМЕРИ:

1/21. Дечак тежине 200 N и његов тата тежине 800 N налазе се на клацкалици. Ако је растојање од тачке ослонца клацкалице до тате 1,5 m, одредити растојање од тачке ослонца клацкалице до дечака.

$$F=200N$$

$$Q=800N$$

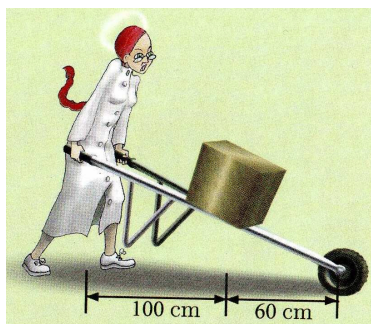
$$b=1,5m$$

$$a = ?$$

$$Q \cdot b = F \cdot a \Rightarrow a = \frac{Q \cdot b}{F} = \frac{800N \cdot 1,5 m}{200N} = 4 \cdot 1,5 m = 6 m$$

Растојање дечака до тачке ослонца је 6 метара.

2/22. На слици је приказана девојка која подиже колица са песком, чија укупна маса износи 50 kg. Коликом силом она мора деловати на колица да би подигла овај терет ?



$$a = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

$$b = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$F = ?$$

$$F \cdot (a+b) = Q \cdot b \Rightarrow F = \frac{Q \cdot b}{a+b} = \frac{mg \cdot b}{a+b} = \frac{50\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \cdot 0,6\text{m}}{1\text{m} + 0,6\text{m}} = 183,94\text{N}$$

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд
2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: **Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

**Наставна тема:** Равнотежа

**Наставна јединица:** АРХИМЕДОВ ЗАКОН

**Дидактички систем:** Хеуристички

**Наставна метода:** Монолошка и дијалошка

**Наставни облик рада:** Фронтални

**Циљ часа:** Упознавање ученика са Архимедовим законом и пливањем тела

**Образовни задаци:**

**1. Материјални:**

Поновити појмове везане за тежину тела, масу густину, запремину силу и притисак (хидростатички)

**2. Функционални:**

Формулисати појмове везане за потисак и Архимедов закон

**Васпитни задаци:**

Стицање радних навика, забележавање битних чињеница, стицање нових искустава.

**Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

**Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

УВОДНИ ДЕО ЧАСА:



1. **питање:** Да ли на неко тело може деловати више сила ?

- одговор: Да, на тело може деловати више сила.

2. **питање:** Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

3. **питање:** Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

4. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

5. **питање:** Какви су хидростатички притисци на некој дубини у течности ?

- одговор: Хидростатички притисци су некој дубини у течности једнаки.

6. **питање:** Којом формулом рачунамо тежину тела ?

- одговор:  $Q = m \cdot g$

7. **питање:** Којом формулом рачунамо масу тела преко густине и запремине тела ?

- одговор:  $m = \rho \cdot V$

#### ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

При захватању воде кофом делује се слабијом силом док се она извлачи кроз воду него кад је она на путу кроз ваздух. Кад се у воду загњури гумена лопта и пусти, испливаће на њену површ. Ако се о динамометар окачи комад метала, а затим зарони у воду динамометар ће показати да је у води тежина метала мања.

Ове појаве су последица дејства течности на тела која су у њу зароњена. Сила којом течност делује на тела која се у њој налазе, назива се сила потиска, а само дејство - потисак.

Да би се објаснила ова појава и одредила сила потиска, користи се цртеж на коме је приказана коцкица у течности. (Нацртати одговарајућу слику) На сваки наспрамни део бочних страна коцкице зароњеног вертикално у воду делују једнаки хидростатички притисци јер су они на истој дубини. Ово условљава да су једнаке и силе којима течност делује на супротне бочне стране коцкице. Оне су истог правца али супротног смера. То значи да се тело неће кретати услед деловања бочних сила јер је њихова резултанта једнака нули.

Течност делује на доњу основу квадра већом силом него што је сила на горњу површ коцкице јер је она на мањој дубини. Резултат тога је сила која делује навише и која се назива сила потиска.

#### - Архимедов закон

Потребно је одредити вредност силе потиска. Овај проблем је још у III веку пре нове ере решио грчки научник Архимед. Интензитет ове силе може се одредити помоћу прибора приказаног на слици (нацртати одговарајућу слику).

На еластичну опругу (динамометар) окачи се посуда и тело произвољног облика. Истезање опруге обележи се на стативу. Затим се испод тела стави суд напуњен течност до бочног отвора. Када се тело потпуно потопи у тај суд, кроз бочни отвор истече у чашу течност, чија је запремина једнака запремини потпљеног тела. Стрелица опруге се при томе подиже и опруга се скраћује јер на потопљено тело делује навише и сила потиска. Иако је маса тела остала иста, тежина тела као сила која затеже опругу је мања. Ако се у посуду улије телом истиснута течност, стрелица опруге се спушта до обележеног почетног положаја на стативу. На основу огледа следи:

**Сила потиска једнака је тежини телом истиснуте течности.**

Предходни закључак је познат под називом **Архимедов закон**. Написати на табли:

$$F_p = Q_{\text{течности}} = m_{\text{течности}} \cdot g = \rho_{\text{течности}} \cdot V_{\text{течности}} \cdot g = \rho_{\text{течности}} \cdot V_{\text{тела}} \cdot g \quad (V_{\text{течности}} = V_{\text{тела}})$$

Све што је речено за потисак у течностима, важи и за потисак у гасовима. На свако тело које се налази у гасу делује, према Архимедовом закону сила потиска једнака тежини истиснутог гаса. Величина силе потиска у ваздуху у поређењу са силом потиска у некој течности је знатно мања због густине истиснутог гаса, али је дејство силе потиска у гасовима нарочито изражено код ваздушних балона.

#### **- Пливање тела**

На загњурено тело у течност делују две силе:

- Сила земљине теже у вертикалном правцу са смером наниже,
- и сила потиска, такође у вертикалном правцу са смером навише.

Под дејством ових сила загњурено тело се различито понаша. Могу наступити три случаја:

- 1) тело испливава ако је његова средња густина мања од густине течности,
- 2) лебди ако су оне једнаке,
- 3) тоне ако је густина тела већа од густине течности.

У случају да тело испливава, на њега делује иста сила потиска све док оно не достигне површину течности. После тога сила потиска се смањује док се не изједначи са силом земљине теже. Тада тело плива у течности делимично зароњено у њу.

На следећој слици су приказана сва три случаја са боцама једнаке спољне запремине. На њих делује различита сила Земљине теже или због додавања различитих количина песка или оловних куглица. Када се ове боце зароне у течност на њих делују једнаке силе потиска због њихових једнаких спољних запремина. (Нацртати следећу слику на табли)



У првом случају у боцу је стављено толико куглица да на њу делује сила Земљине теже, већа од силе потиска, услед чега је она потонула на дно суда, док су у другом случају ове силе једнаке па боца лебди у течности. У трећем случају тежина празне боце била је мања од силе потиска која делује на загњурену боцу, услед чега је она најпре испливала, а затим пливала у течности.

Ако тело тоне, нађе се у равнотежи тек када стигне до дна. Ако тело лебди, оно је у равнотежи у било ком положају (дубини) течности. Али ако тело испливава, долази до површине течности. Када тело стигне до те површине, при даљем његовом кретању навише, интензитет силе потиска се смањује јер се смањује запремина потопљеног дела тела. Уколико интензитет силе потиска постане једнак тежини тела, оно се заустави и плива на површини течности. Један део тела је зароњен у течност а други је испод њене површине. Тада су у равнотежи две силе које делују на то тело: сила теже и сила потиска.

Тела направљена од супстанција које имају већу густину од течности, могу пливати ако се комбинују са другим специфично лакшим телима. Тако на пример плива празна кутија од гвозденог лима или комад дрвета са ексером. На исти начин пливају и бродови чије је корито гвоздено а унутрашњост испуњена ваздухом.

#### ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Шта је то потисак ?

- одговор: Потисак представља дејство течности на потопљена тела.

2. **питање:** Где је усмерена сила потиска ?

- одговор: Сила потиска је усмерена вертикално навише.

3. **питање:** Како гласи Ахимедов закон ?

- одговор: Сила потиска једнака је тежини телом истиснуте течности.

4. **питање:** Када тело испливава на површину течности ?

- одговор: Тело испливава на површину течности када је његова густина мања од густине течности.

5. **питање:** Када тело лебди у течности ?

- одговор: Тело лебди у течности када је његова густина једнака са густином течности.

6. питање: Када тело тоне у течности ?

- одговор: Тело тоне у течности када је његова густина већа од густине течности.

ПРИМЕРИ:

1/30. Одредите интезитет силе потиска која делује на бисерну шкољку запремине  $20 \text{ cm}^3$ , која се налази на дну мора. Густина морске воде је  $1030 \text{ kg/m}^3$ .

$$V = 20 \text{ cm}^3 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 0.00002 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F_p = ?$$

$$F_p = \rho \cdot V \cdot g = 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.00002 \text{ m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 0.2 \text{ N}$$

2/32. Зашто модерни бродови иако су направљени од челика пливају по води ?

- Челични бродови пливају по води јер је његова средња густина мања од густине воде. То се објашњава чињеницом да брод садржи бројне коморе испуњене ваздухом.

3/31. Рониоци су извадили са дна мора сандук са благом. Док се налазио на дну мора, његова тежина је била  $750 \text{ N}$ . Одредите интезитет силе потиска која је деловала на сандук док се налазио у мору ако је његова тежина у ваздуху  $1000 \text{ N}$ .

$$Q_1 = 750 \text{ N}$$

$$Q_2 = 1000 \text{ N}$$

$$F_p = ?$$

$$F_p = Q_2 - Q_1 = 1000 \text{ N} - 750 \text{ N} = 250 \text{ N}$$

Интезитет силе потиска је  $250 \text{ N}$ .

ЛИТЕРАТУРА:

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: **Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

## Сиенарији за наставне часове у експерименталној групи:

**Наставна тема:** Равнотежа

**Наставна јединица:** СЛАГАЊЕ СИЛА

**Дидактички систем:** Хеуристички

**Наставна метода:** Монолошка и дијалошка

**Наставни облик рада:** Фронтални

**Циљ часа:** Упознавање ученика са слагањем и разлагањем колинеарних сила

**Образовни задаци:**

**1. Материјални:**

Поновити појам силе, чиме је одређена сила, која је јединица за силу

**2. Функционални:**

Формулисати појмове нападне тачке сила, резултанте, компоненте, слагања сила и разлагања сила

**Васпитни задаци:**

Стицање радних навика, забележавање битних чињеница, стицање нових искустава.

**Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

**Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

## УВОДНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

2. **питање:** Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

3. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

4. **питање:** Која је јединица за силу ?

- одговор: Јединица за силу је један Њутн, 1 N.

## ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

<клик> - притисак на тастер који постепено отвара мапу ума

Текст који излаже наставник ученицима у наставној јединици „Слагање сила“ са презентацијом у виду мапе ума:

Наслов данашње лекције је слагање сила. <клик>

Да се подсетимо, сила је векторска величина. То значи да има јачину, правац и смер. На овој слици сила има задат правац, смер јој је од тачке А ка В, а јачина јој у овом случају, износи 4 јединице. <клик>

Сила може да делује <клик> дуж истих правца. Видимо колица на која делују две силе дуж истог правца. <клик> Нападне тачке тих сила су тачке у којима сила делује на колица, и то су тачке С и D. <клик>

Или сила може да делује дуж различитих правца. Видимо тело које вуку руке са три канапа у три правца. <клик>

Слагањем сила добија се резултант. <клик> Резултанта је сила која замењује деловање две или више сила. Тако видимо два коња при чему сваки својом силом ( $F_1$  односно  $F_2$ ) вуче кочије. <клик> То су силе компоненте а резултант  $F_r$  је једнака збиру компоненти које су истог правца и смера. <клик> На овом примеру дечака који пеца видимо да су силе које делују на његов најлон на штапу истог правца а супротног смера а различите јачине. <клик> Зато је резултант једнака разлици те две силе:  $F_r = F_1 - F_2$ . <клик>. Супротно од слагања сила <клик> је појам разлагања сила, <клик>, рецимо на овом цртежу сила  $F_r$  се разлаже на компоненте, тако да је једнака њиховом векторском збиру. „Крај“

Након овог дела часа мапа ума би у потпуности требала бити отворена ученицима.

## ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Шта је то нападна тачка силе ?

- одговор: Нападна тачка је место на телу или у телу у којем делују силе.

2. **питање:** Шта је то резултанта ?

- одговор: Резултанта је сила која може заменити деловање двеју или више сила.

3. **питање:** Шта су то компоненте ?

- одговор: Компоненте су силе које замењује резултанта.

4. **питање:** Шта је то слагање сила ?

- одговор: Слагање сила је поступак изналажења резултанте датих сила.

5. **питање:** Какав правац и смер, и колику јачину има резултанта две силе истог правца и смера ?

- одговор: Резултанта две силе истог правца и смера има исти правац и смер као дате силе, и има јачину једнаку збиру јачина те две силе.

6. **питање:** Какав правац и смер, и колику јачину има резултанта две силе истог правца, а супротног смера ?

- одговор: Резултанта две силе истог правца а супротног смера има исти правац као дате силе, и има јачину једнаку разлици јачина те две силе, а смер је смер силе већег интезитета.

7. **питање:** Шта је то разлагање сила ?

- одговор: Разлагање сила је поступак налажења компонената сила.

#### ПРИМЕРИ:

1/2. Да би покренуо камени блок потребно је на њега деловати силом интезитета 250 N. Један дечак може да делује највише силом интезитета 150 N. Коликим минималним интезитетом силе мора да делује други дечак да би помогао другу у покретању каменог блока ?

$$F_R = 250 \text{ N}$$

$$F_1 = 150 \text{ N}$$

$$F_2 = ?$$

$F_R = F_1 + F_2$  (јер су  $F_1$  и  $F_2$  силе истог правца и смера – оба дечака гурају на исту страну камени блок свако својом силом)

Најмањи интезитет силе којом други дечак мора да делује да би помогао свом другу у покретању каменог блока је:  $F_2 = F_R - F_1 = 250 \text{ N} - 150 \text{ N} = 100 \text{ N}$ ;  $F_2 = 100 \text{ N}$ .

2/4. Два астронаута се налазе на Месецу и по хоризонталном тлу гурају велики метеорит колинеарним силама од 150 N и 100 N. Тек кад је пришао трећи и „потпомогао“ са 200 N, метеорит се мало (једва) покренуо (мрдноу). Одредити интезитет силе трења у овом случају.

$$F_1 = 150 \text{ N}$$

$$F_2 = 100 \text{ N}$$

$$F_3 = 200 \text{ N}$$

$$F_{\text{tr}} = ?$$

$F_R = F_1 + F_2 + F_3 = 150 \text{ N} + 100 \text{ N} + 200 \text{ N} = 450 \text{ N}$   $F_{\text{tr}} = F_R = 450 \text{ N}$ . (Како су силе колинеарне и истог смера интезитет резултанте која делује на метеорит је  $F_R = 450 \text{ N}$ , а интезитет силе трења је управо једнак са  $F_R$  али је дејство ове силе супротно орјентисано.)

3/5. Две силе интезитета 10 N и 7 N делују на тело. Одредити правце и смерове ових сила тако да интезитет резултантне силе буде: а) најмањи б) највећи.

$$F_1 = 10 \text{ N}$$

$$F_2 = 7 \text{ N}$$

а)  $F_{R\text{min}} = ?$

$F_{R\text{min}} = F_1 - F_2 = 10 \text{ N} - 7 \text{ N} = 3 \text{ N}$ . (Интензитет резултанте је најмањи када су силе  $F_1$  и  $F_2$  колинеарне и имају супротне смерове.)

б)  $F_{R\text{max}} = ?$

$F_{R\text{max}} = F_1 + F_2 = 10 \text{ N} + 7 \text{ N} = 17 \text{ N}$ . (Интезитет резултанте је највећи када су силе колинеарне и када имају исте смерове.)

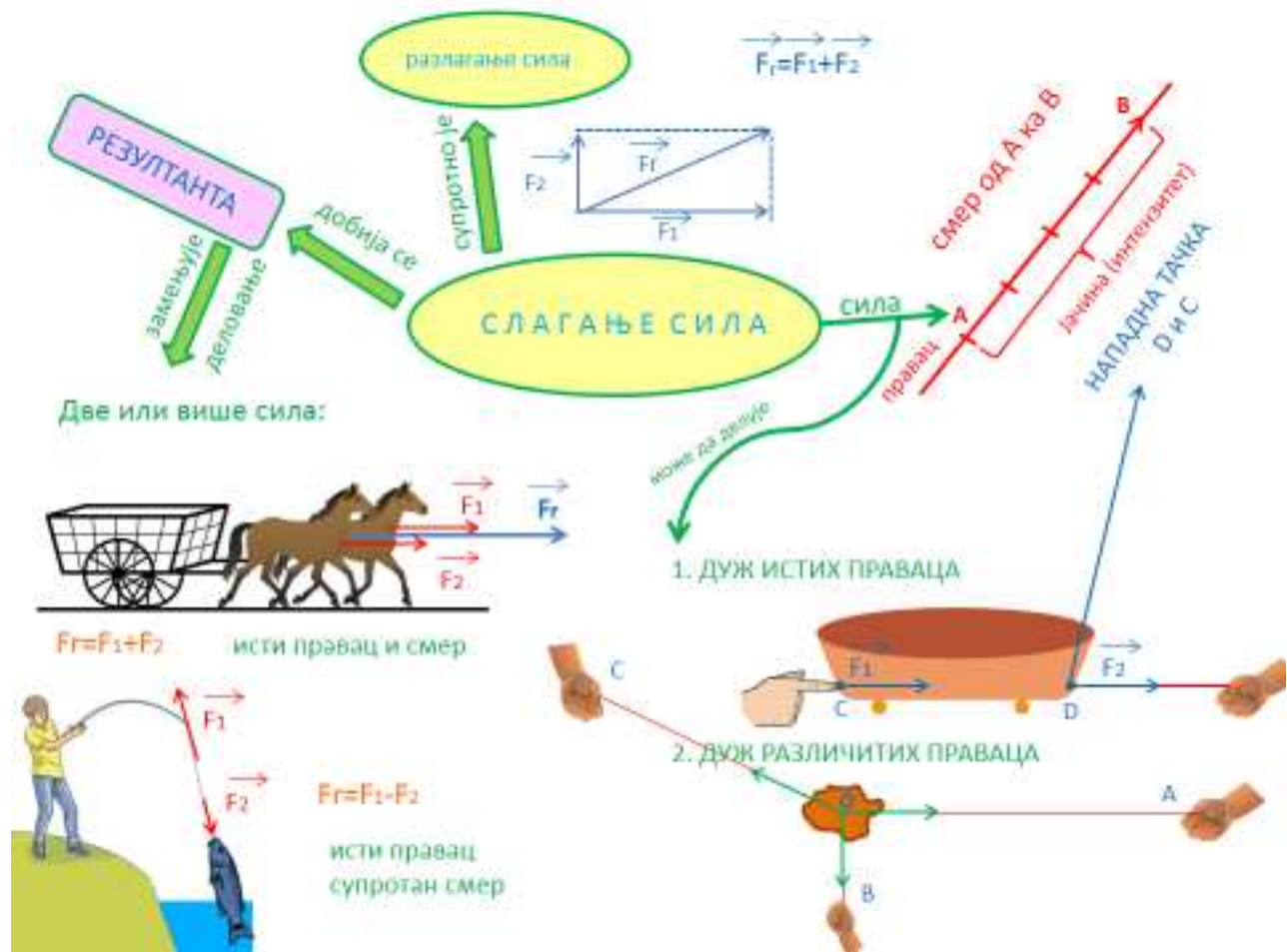
#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: **Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд



Мана ума са главног дела часа:



**Наставна тема:** Равнотежа

**Наставна јединица:** РАВНОТЕЖА ТЕЛА

**Дидактички систем:** Хеуристички

**Наставна метода:** Монолошка и дијалошка

**Наставни облик рада:** Фронтални

**Циљ часа:** Упознавање ученика са равнотежом тела

**Образовни задаци:**

**1. Материјални:**

Поновити појам силе, чиме је одређена сила, шта је то резултанта

**2. Функционални:**

Формулисати појмове равнотеже, у мировању и кретању, као и отпор подлоге

**Васпитни задаци:**

Стицање радних навика, забележавање битних чињеница, стицање нових искустава.

**Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

**Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

УВОДНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Да ли на неко тело може деловати више сила ?

- одговор: Да, на тело може деловати више сила.

2. **питање:** Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

3. **питање:** Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

4. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

5. **питање:** Шта је то резултанта ?

- одговор: Резултанта је сила која замењује деловање две или више сила.

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

<клик> - притисак на тастер који постепено отвара мапу ума

Текст који излаже наставник ученицима у наставној јединици „Равнотежа тела“ са презентацијом у виду мапе ума:

Данас радимо равнотежу тела. 2x <клик>.

На једно тело може деловати више сила. Тако на ову заставицу на канапу делују две силе. Оне су истог правца и јачине а супротног су смера, <клик>. Њихова резултанта се израчунава као разлика те две силе, <клик>. И она је једнака нули. Закључујемо: тело је у равнотежи ако је резултанта сила које на њега делују једнака нули. Кад наступи равнотежа тело мирује.

<клик> Део механике који проучава равнотежу тела у условима мировања зове се статика.

<клик> Равнотежа тела може бити статичка, када се тела налазе у стању мировања.

<клик> Овде имамо буре са водом које стоји на клупи. На њега делује наниже тежина којом буре делује на даску на којој стоји. Како буре делује на даску, тако и даска делује на буре силом исте јачине и правца а супротног смера.

<клик> Та сила се зове реакција подлоге, и обично се означава са  $N$ . Тако је резултанта на буре једнака нули.

<клик> Постоји и динамичка равнотежа. То је равнотежа у стању равномерно праволинијског кретања тела.

<клик> Тако на аутомобил делују две силе: вучна сила мотора и сила трења. <клик> Оне су истог правца и јачине, а супротног су смера. Зато је њихова резултанта једнака нули. Тада се аутомобил креће равномерно праволинијски са константном брзином.

<клик> У равнотежи су и <клик> мостови, <клик> ТВ торњеви, <клик> зграде, <клик> али и торта на тацни! „Крај“

Након овог дела часа мапа ума би у потпуности требала бити отворена ученицима.

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Када се каже да је тело у равнотежи ?

- одговор: За тело се каже да је у равнотежи када је резултанта сила на њега једнака нули.

2. **питање:** Шта је то статика ?

- одговор: Статика је део механике у коме се изучава равнотежа тела.

3. **питање:** Како је усмерена резултанта сила када се тело креће равномерно праволинијски ?

- одговор: Резултанта сила при равномерно праволинијском кретању тела није нигде усмерена, односно тело се креће по инерцији.

4. питање: Шта је то отпор подлоге ?

- одговор: Отпор подлоге је сила реакције којом подлога делује на нас док стојимо на њој.

ПРИМЕРИ:

1/1. Да ли тело може да се налази у стању равнотеже ако на њега делују две силе истог правца и смера ?

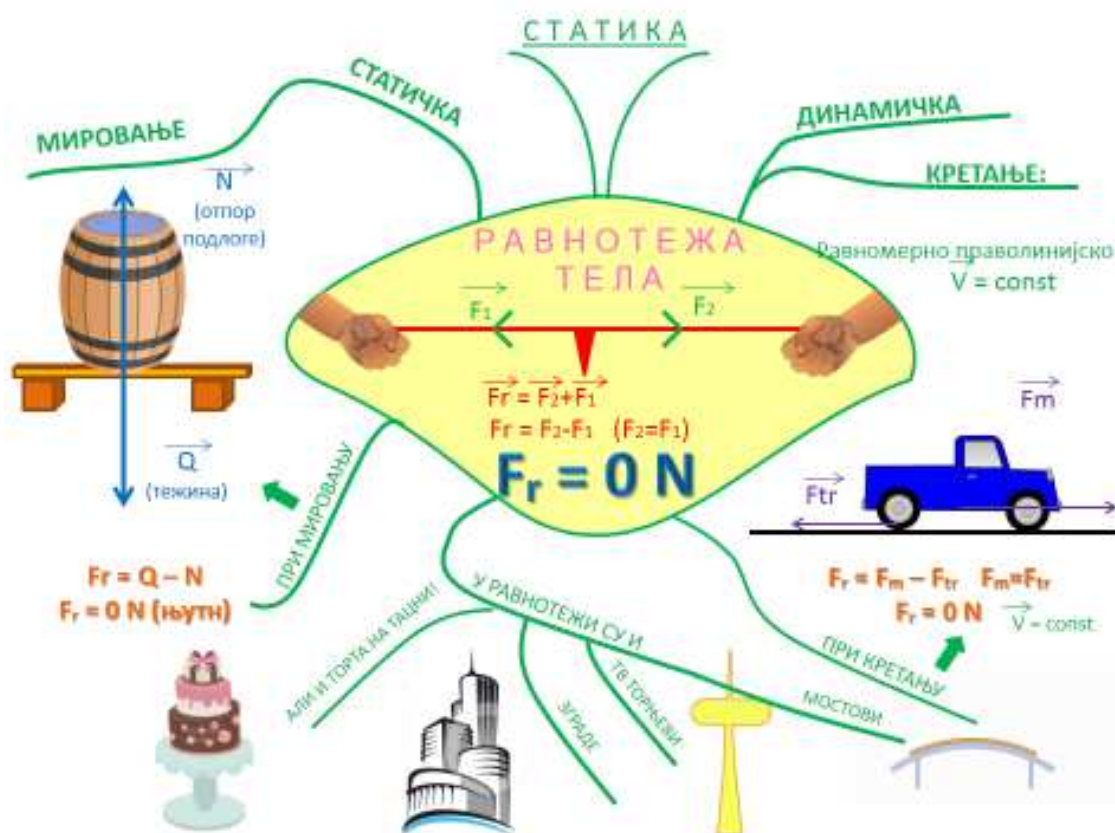
- одговор: Не може зато што је интезитет резултанте сила које имају исте правце и смерове једнак збиру интезитета ових двеју сила, па резултанта сила које делују на тело није једнака нули.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: **Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

*Мапа ума са главног дела часа:*



**Наставна тема:** Равнотежа

**Наставна јединица:** ПОЛУГА И МОМЕНТ СИЛЕ

**Дидактички систем:** Хеуристички

**Наставна метода:** Монолошка и дијалошка

**Наставни облик рада:** Фронтални

**Циљ часа:** Упознавање ученика са равнотежом полуге и моментом силе

**Образовни задаци:**

**1. Материјални:**

Поновити појмове везане за силу

**2. Функционални:**

Формулисати појмове момента силе, полуге, равнотеже полуге, закон полуге, врсте полуге

**Васпитни задаци:**

Стицање радних навика, забележавање битних чињеница, стицање нових искустава.

**Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

**Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

## УВОДНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Да ли на неко тело може деловати више сила ?

- одговор: Да, на тело може деловати више сила.

2. **питање:** Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

3. **питање:** Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

4. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

## ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

<клик> - притисак на тастер који постепено отвара мапу ума

Текст који излаже наставник ученицима у наставној јединици „Полуга и момент силе“ са презентацијом у виду мапе ума:

<клик> 2x Данас радимо лекцију под називом „Полуга и момент силе“.

<клик> На слици видимо ослонац О.

<клик> На даље, видимо чврсто тело које се ослања на ослонац О.

<клик> Са једне стране ослонца је постављен терет у виду тега, <клик> а са друге девојчица. Приметимо да је терет који је ближи ослонцу веће тежине од девојчице, која је даље од ослонца.

<клик> Нормално растојање правца тежине терета од ослонца је на слици означено са  $b$ , а <клик> а нормално растојање правца тежине девојчице је означено са  $a$ .

<клик> Зато можемо рећи да је полуга: чврсто тело које може да се обрће око непокретног ослонца О, <клик> и на њу делују бар две силе које теже да изазову супротна обртања.

<клик> момент силе <клик> има ознаку  $M_s$ , <клик> а представља крак силе. То је нормално растојање правца силе од ослонца.

<клик> Момент силе представља производ интензитета силе и њеног крака,  $M_s = F \cdot a$ .

<клик> Слично имамо и момент терета, његова ознака је <клик>  $M_t$ ,

<клик> крак терета је означен са  $b$ , то је нормално растојање правца тежине терета од ослонца О.

<клик> Тако је и момент терета производ тежине терета и његовог крака  $M_t = Q \cdot b$

<клик> И сада полуга је у равнотежи када је <клик> момент терета једнак моменту силе. То значи да је  $F \cdot a$  једнако са  $Q \cdot b$ . Или речено језиком математике: колико пута је терет тежи од девојчице, толико пута је растојање девојчице од ослонца веће од растојања терета од ослонца.

<клик> Полука може бити једнострана (колица су пример – ослонца у точку) када се терет и сила налазе са једне стране ослонца – точка, и двострана, клицалица када су сила и терет са супротних страна ослонца.

<клик> У односу на краке полука може бити: једнакокрака (са једнаким крацима, пример су терезије) и разнокрака са различитим крацима (пример је кантар који има покретни тег)

<клик> И на крају јединица за момент силе је њутн- метар. „Крај“

Након овог дела часа мапа ума би у потпуности требала бити отворена ученицима.

#### ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:

1. питање: Шта је то полука ?

- одговор: Полука је свако чврсто тело које може да се обрће око непокретног ослонца.

2. питање: Колико најмање сила делује на полуку ?

- одговор: На полуку најмање делују две силе.

3. питање: Шта теже да изазову те две силе на полуки ?

- одговор: Те две силе теже да изазову супротна обртања полуке.

4. питање: Шта је то крак силе а шта крак терета ?

- одговор: Крак силе је нормално растојање између ослонца полуке и правца деловања силе, а крак терета је нормално растојање између ослонца полуке и правца деловања терета.

5. питање: Шта је то момент силе, а шта момент терета ?

- одговор: Момент силе је производ силе и њеног крака а момент терета је производ терета и његовог крака.

6. питање: Која је јединица за момент силе ?

- одговор: Јединица за момент силе је: њутн-метар.

7. питање: Када је полука у равнотежи ?

- одговор: Полука је у равнотежи ако је момент силе једнак моменту терета.

8. питање: Како гласи закон полуке ?

- одговор: Интезитет силе је онолико пута мањи од тежине терета, колико пута је њен крак већи од крака терета.

9. питање: Каква је то једнострана а каква је то двострана полука ?

- Једнострана полука је полука код које сила и терет делују са исте стране ослонца, а двострана полука је полука код које сила и терет делују са супротних страна ослонца.

10. питање: Каква је то једнакокрака а каква је то разнокрака полука ?

- одговор: Једнакокрака полула је она полула код које су краци једнаки, а разнокрака је она полула код које су краци различити.

ПРИМЕРИ:

1/21. Дечак тежине 200 N и његов тата тежине 800 N налазе се на клацкалици. Ако је растојање од тачке ослонца клацкалице до тате 1,5 m, одредити растојање од тачке ослонца клацкалице до дечака.

$$F=200N$$

$$Q=800N$$

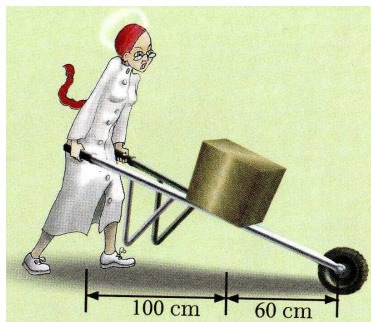
$$b=1,5m$$

$$a = ?$$

$$Q \cdot b = F \cdot a \Rightarrow a = \frac{Q \cdot b}{F} = \frac{800N \cdot 1,5 m}{200N} = 4 \cdot 1,5 m = 6 m$$

Растојање дечака до тачке ослонца је 6 метара.

2/22. На слици је приказана девојка која подиже колица са песком, чија укупна маса износи 50 kg. Коликом силом она мора деловати на колица да би подигла овај терет ?



$$a = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

$$b = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$F = ?$$

$$F \cdot (a+b) = Q \cdot b \Rightarrow F = \frac{Q \cdot b}{a+b} = \frac{mg \cdot b}{a+b} = \frac{50\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \cdot 0,6\text{m}}{1\text{m} + 0,6\text{m}} = 183,94\text{N}$$

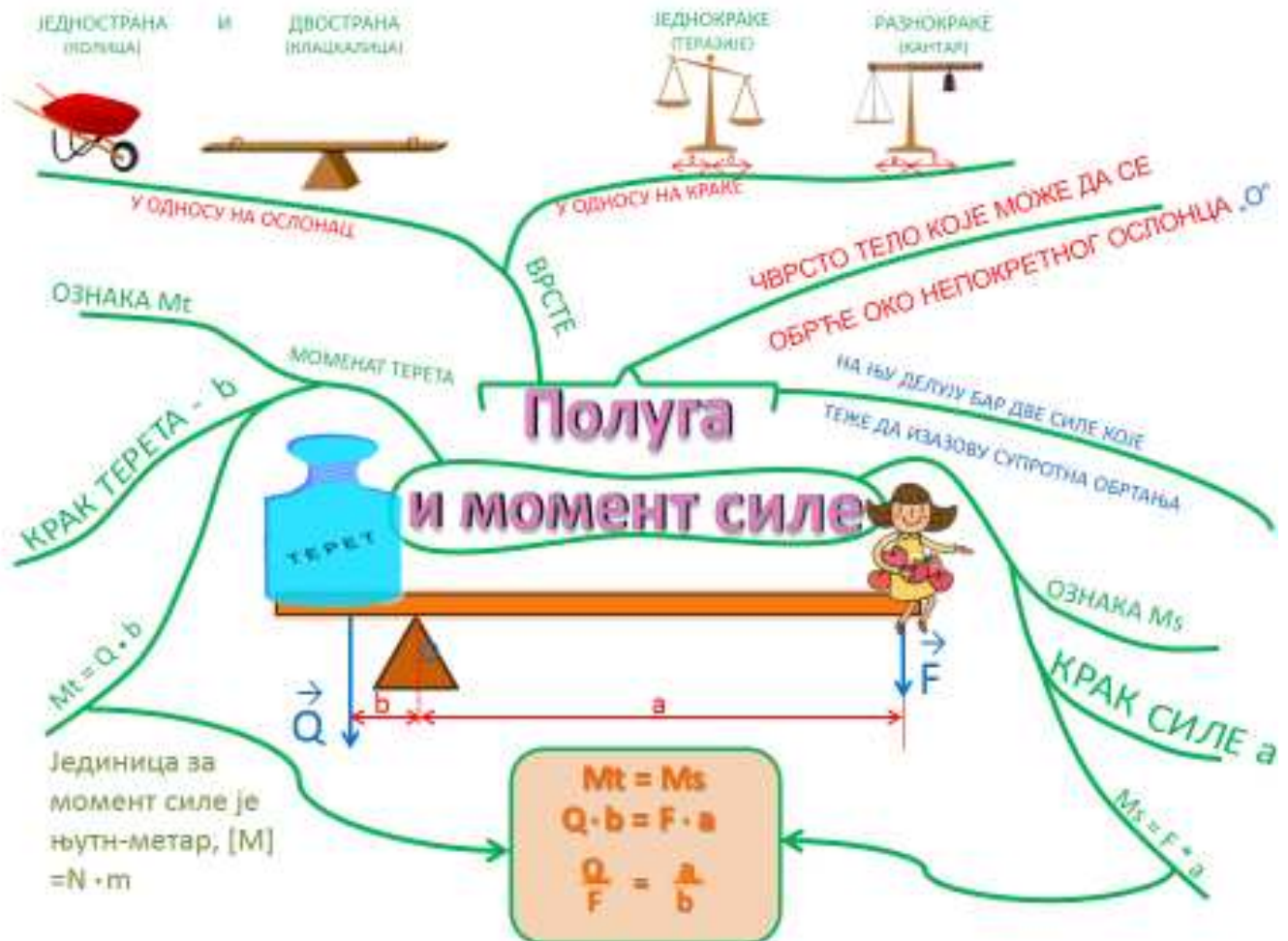
ЛИТЕРАТУРА:

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд



2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе, Завод за уџбенике Београд

Мапа ума отворена у целини за главни део часа:



**Наставни предмет:** Физика

**Разред:** V I I (седми)

**Наставна тема:** равнотежа

**Наставна јединица:** АРХИМЕДОВ ЗАКОН

**Наставни облик рада:** фронтални

**Наставне методе:** дијалoшка и монолошка

**Циљ часа:** Упознавање ученика са Архимедовим законом и пливањем тела

**Образовни задаци:**

**1. Материјални:**

Поновити појмове везане за тежину тела, масу густину, запремину силу и притисак (хидростатички)

**2. Функционални:**

Формулисати појмове везане за потисак и Архимедов закон

**Васпитни задаци:**

Стицање радних навика, забележавање битних чињеница, стицање нових искустава.

**Наставна средства:**

Креда, маркер, табла

**Временска артикулација часа:**

УВОДНИ ДЕО ЧАСА: до 5 мин

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА: до 30 мин

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА: до 10 мин

УВОДНИ ДЕО ЧАСА:

1. **питање:** Да ли на неко тело може деловати више сила ?

- одговор: Да, на тело може деловати више сила.

2. **питање:** Шта је то сила ?

- одговор: Сила је мера узајамног дејства међу телима.

3. **питање:** Каква је сила величина ?

- одговор: Сила је векторска физичка величина.

4. **питање:** Чиме је одређена сила као векторска физичка величина ?

- одговор: Сила је одређена јачином, правцем и смером.

5. **питање:** Какви су хидростатички притисци на некој дубини у течности ?

- одговор: Хидростатички притисци су некој дубини у течности једнаки.

6. **питање:** Којом формулом рачунамо тежину тела ?

- одговор:  $Q = m \cdot g$

7. **питање:** Којом формулом рачунамо масу тела преко густине и запремине тела ?

- одговор:  $m = \rho \cdot V$

## ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

<клик> - притисак на тастер који постепено отвара мапу ума

Текст који излаже наставник ученицима у наставној јединици „Архимедов закон“ са презентацијом у виду мапе ума:

<клик> Данас радимо лекцију под називом Архимедов закон. Пре него што кажемо нешто о Архимедовом закону, рећи ћемо нешто о сили потиска.

<клик> При захватању воде кофом делује се слабијом силом док се она извлачи кроз воду него кад је она на путу кроз ваздух. Кад се у воду загњури гумена лопта и пусти, испливаће на њену површ. Ако се о динамометар окачи комад метала, а затим зарони у воду динамометар ће показати да је у води тежина метала мања.

Ове појаве су последица дејства течности на тела која су у њу зароњена. Сила којом течност делује на тела која се у њој налазе, назива се сила потиска, а само дејство - потисак.

<клик> Колико износи сила потиска, рећи ће нам Архимедов закон.

<клик> Посматрајмо једно тело окачено о чашу, која је опет окачена о еластичну опругу. Све је то постављено на статив. Показивачи на еластичној опрузи су на истој висини.

<клик> Када тело потопимо у воду (течност) показивач на динамометру се подиже. То значи да је на тело у течности деловала сила потиска навише. Тело при томе истискује течност.

<клик> Када истиснуту течност вратимо у чашу, тежина те течности враћа показивач на исту висину, на којој је био показивач када тело није било у течности.

<клик> Тако се описује дејство силе потиска, која делује на свако тело потопљено у течност. Тако и на тело у течности делује сила потиска. Бочне силе на коцкицу су све уравнотежене, јер су бочне стране на истој дубини.

<клик> Али сила на доњу страну коцкице је већа него сила на горњу страну коцкице, јер је доња страна на већој дубини, него горња. Зато је сила потиска усмерена навише.

<клик> На основу слика 1, 2, и 3, можемо рећи да је сила потиска једнака тежини течности истиснуте телом.

<клик> Математички запис тежине течности изгледа овако: (рећи речима предходну формулу):

$$F_p = Q_{\text{течности}} = m_{\text{течности}} \cdot g = \rho_{\text{течности}} \cdot V_{\text{течности}} \cdot g = \rho_{\text{течности}} \cdot V_{\text{тела}} \cdot g \cdot (V_{\text{течности}} = V_{\text{тела}})$$

<клик> ознака за силу потиска је  $F_p$

<клик> Сила потиска је једнака разлици сила које потичу од хидростатичког притиска које делују на доњу и горњу површину,  $F_p = F_2 - F_1$ .

<клик>  $F_p$  зато делује навише, јер је сила  $F_2$  која је усмерена навише, већа од силе  $F_1$  која је усмерена наниже.

<клик> Сила потиска постоји и у гасу, али је много мања него сила потиска у течности за исто тело јер је густина гаса много мања од густине течности.

<клик> Пливање тела се дешава под дејством силе потиска и силе теже. Ако је сила теже већа од силе потиска, тело тоне и густина тела је већа од густине течности.

<клик> Ако је сила теже једнака са силом потиска, тело лебди у течности, на било којој дубини, и тада је густина тела једнака са густином течности.

<клик> Ако је сила потиска већа од силе теже, тело испливава на површину и тада је густина тела мања од густине течности. „Крај“

Након овог дела часа мапа ума би у потпуности требала бити отворена ученицима.

#### ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:

1. питање: Шта је то потисак ?

- одговор: Потисак представља дејство течности на потопљена тела.

2. питање: Где је усмерена сила потиска ?

- одговор: Сила потиска је усмерена вертикално навише.

3. питање: Како гласи Ахимедов закон ?

- одговор: Сила потиска једнака је тежини телом истиснуте течности.

4. питање: Када тело испливава на површину течности ?

- одговор: Тело испливава на површину течности када је његова густина мања од густине течности.

5. питање: Када тело лебди у течности ?

- одговор: Тело лебди у течности када је његова густина једнака са густином течности.

6. питање: Када тело тоне у течности ?

- одговор: Тело тоне у течности када је његова густина већа од густине течности.

ПРИМЕРИ:

1/30. Одредите интезитет силе потиска која делује на бисерну шкољку запремине  $20 \text{ cm}^3$ , која се налази на дну мора. Густина морске воде је  $1030 \text{ kg/m}^3$ .

$$V = 20 \text{ cm}^3 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 0.00002 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F_p = ?$$

$$F_p = \rho \cdot V \cdot g = 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.00002 \text{ m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 0.2 \text{ N}$$

2/32. Зашто модерни бродови иако су направљени од челика пливају по води ?

- Челични бродови пливају по води јер је његова средња густина мања од густине воде. То се објашњава чињеницом да брод садржи бројне коморе испуњене ваздухом.

3/31. Рониоци су извадили са дна мора сандук са благом. Док се налазио на дну мора, његова тежина је била  $750 \text{ N}$ . Одредите интезитет силе потиска која је деловала на сандук док се налазио у мору ако је његова тежина у ваздуху  $1000 \text{ N}$ .

$$Q_1 = 750 \text{ N}$$

$$Q_2 = 1000 \text{ N}$$

$$F_p = ?$$

$$F_p = Q_2 - Q_1 = 1000 \text{ N} - 750 \text{ N} = 250 \text{ N}$$

Интезитет силе потиска је  $250 \text{ N}$ .

ЛИТЕРАТУРА:

1. Јован П. Шетрајчић, Дарко В.Капор: **Физика за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

2. Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић: **Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 7. разред основне школе**, Завод за уџбенике Београд

Мана ума отворена у целини за главни део часа:

**Пливање тела**

$\rho_{\text{tela}} > \rho_{\text{tečnosti}}$   
Тело тоне

$\rho_{\text{tela}} = \rho_{\text{tečnosti}}$   
Тело лебди

$\rho_{\text{tela}} < \rho_{\text{tečnosti}}$   
Тело плива

## АРХИМЕДОВ ЗАКОН

$F_1$  (down),  $F_2$  (up)

1, 2, 3

МОЛИКО ИЗНОСИ?

**СИЛА ПОТИСКА**

ОЗНАКА  $F_p$

$F_p = F_2 - F_1$

$F_2 > F_1$

$F_p$  делује навише

ПОСТОЈИ У ГАСУ

$V_{\text{течности}} = V_{\text{тела}}$        $V_{\text{течности}} = V_{\text{тела}}$   
**ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!**

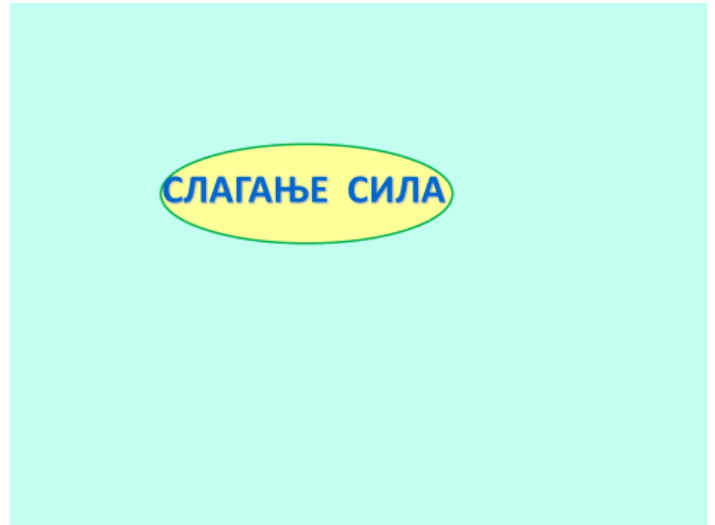
$F_p = Q_{\text{течности}} = m_{\text{течности}} \cdot g = \rho_{\text{течности}} \cdot V_{\text{течности}} \cdot g = \rho_{\text{течности}} \cdot V_{\text{тела}} \cdot g$

### 7.3. Коришћене мапе ума

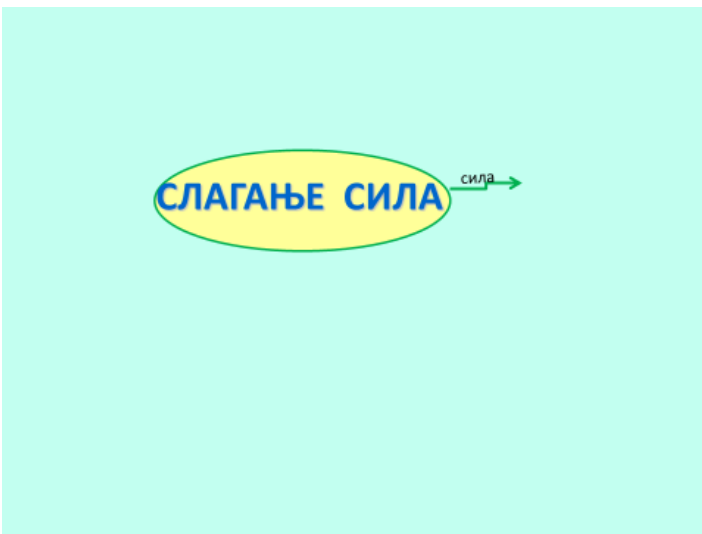
„Слагање сила”:



1



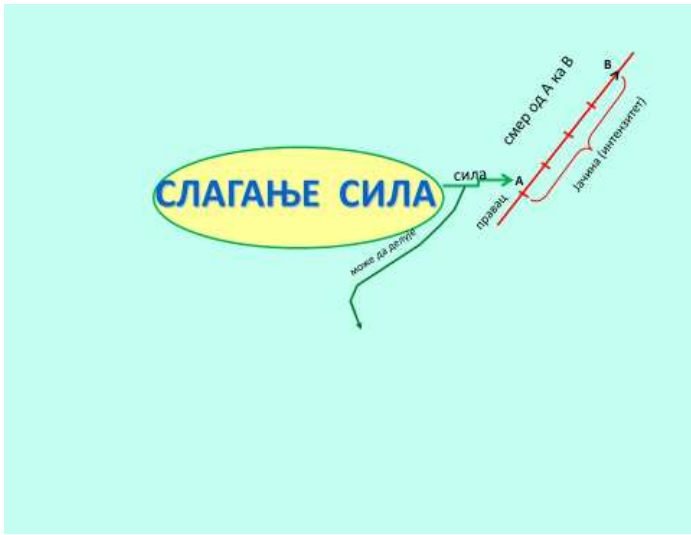
2



3



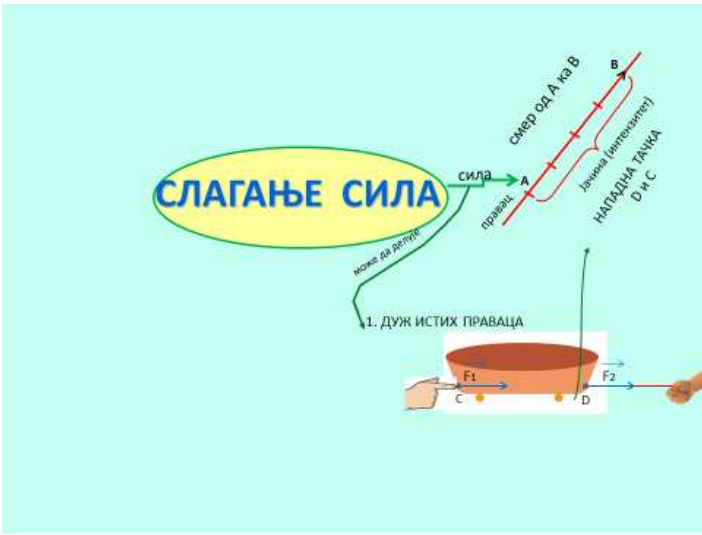
4



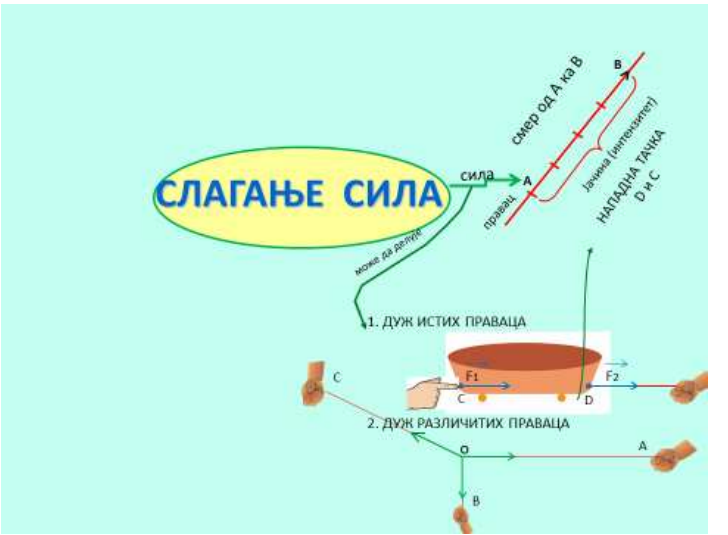
5



6



7



8



9



10



**РЕЗУЛТАНТА** Аобија се  
замкнута Деловање

**СЛАГАЊЕ СИЛА**

сила  
смер од А ка В  
Јачина (интензитет)  
НАПРАДНА ТРАЌКА  
Д и С

Две или више сила:  
 $F_r = F_1 + F_2$  исти правац и смер

1. ДУЖ ИСТИХ ПРАВАЦА

2. ДУЖ РАЗЛИЧИТИХ ПРАВАЦА

11

**РЕЗУЛТАНТА** Аобија се  
замкнута Деловање

**СЛАГАЊЕ СИЛА**

сила  
смер од А ка В  
Јачина (интензитет)  
НАПРАДНА ТРАЌКА  
Д и С

Две или више сила:  
 $F_r = F_1 + F_2$  исти правац и смер

1. ДУЖ ИСТИХ ПРАВАЦА

2. ДУЖ РАЗЛИЧИТИХ ПРАВАЦА

12

**РЕЗУЛТАНТА** Аобија се  
замкнута Деловање

**СЛАГАЊЕ СИЛА**

сила  
смер од А ка В  
Јачина (интензитет)  
НАПРАДНА ТРАЌКА  
Д и С

Две или више сила:  
 $F_r = F_1 + F_2$  исти правац и смер

1. ДУЖ ИСТИХ ПРАВАЦА

2. ДУЖ РАЗЛИЧИТИХ ПРАВАЦА

$F_r = F_1 - F_2$  исти правац супротан смер

13

**РЕЗУЛТАНТА** Аобија се  
замкнута Деловање  
супротно је

**СЛАГАЊЕ СИЛА**

сила  
смер од А ка В  
Јачина (интензитет)  
НАПРАДНА ТРАЌКА  
Д и С

Две или више сила:  
 $F_r = F_1 + F_2$  исти правац и смер

1. ДУЖ ИСТИХ ПРАВАЦА

2. ДУЖ РАЗЛИЧИТИХ ПРАВАЦА

$F_r = F_1 - F_2$  исти правац супротан смер

14

**РЕЗУЛТАНТА** Аобија се  
замкнута Деловање  
разлагање сила  
супротно је

**СЛАГАЊЕ СИЛА**

сила  
смер од А ка В  
Јачина (интензитет)  
НАПРАДНА ТРАЌКА  
Д и С

Две или више сила:  
 $F_r = F_1 + F_2$  исти правац и смер

1. ДУЖ ИСТИХ ПРАВАЦА

2. ДУЖ РАЗЛИЧИТИХ ПРАВАЦА

$F_r = F_1 - F_2$  исти правац супротан смер

15

**РЕЗУЛТАНТА** Аобија се  
замкнута Деловање  
разлагање сила  
супротно је

**СЛАГАЊЕ СИЛА**

сила  
смер од А ка В  
Јачина (интензитет)  
НАПРАДНА ТРАЌКА  
Д и С

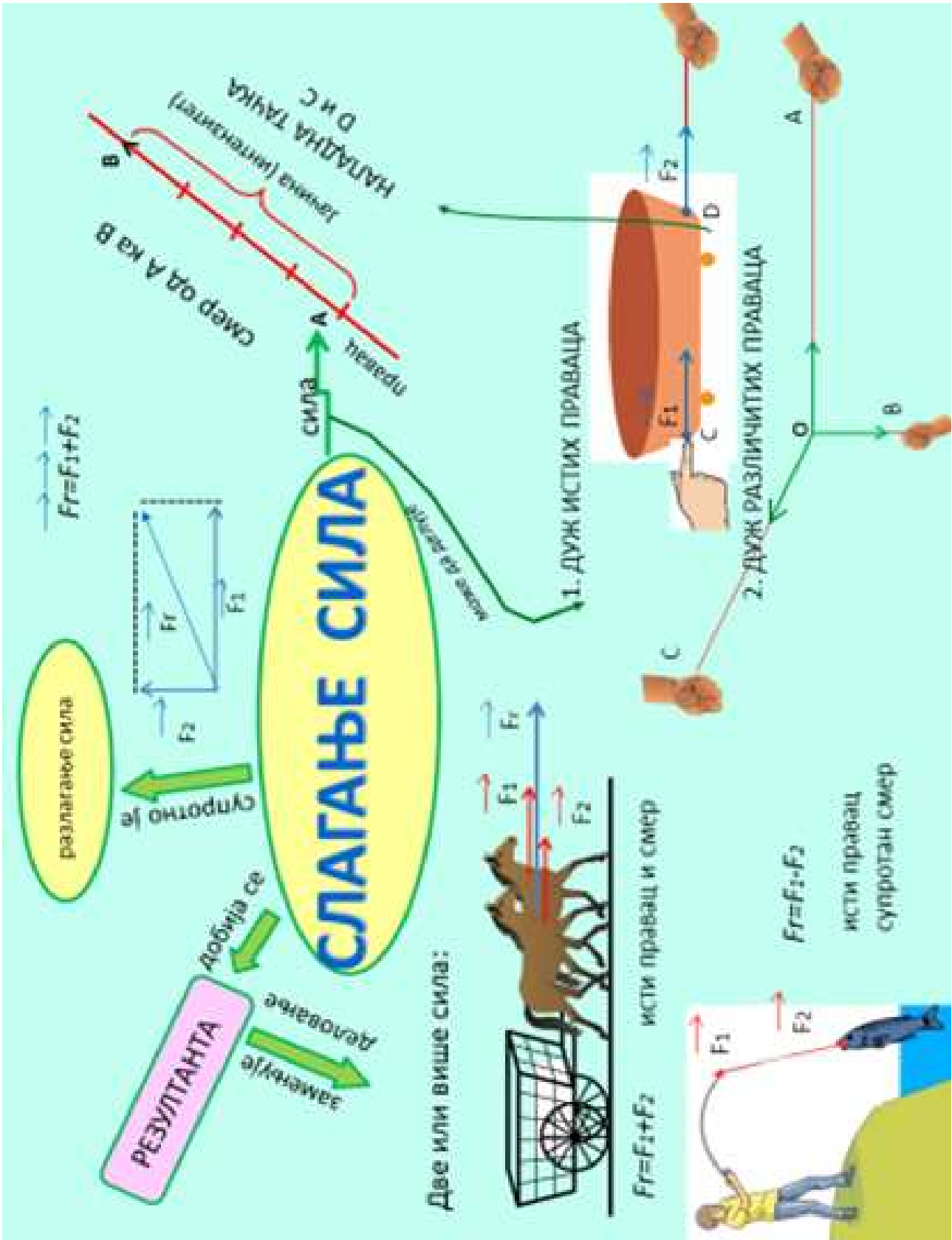
Две или више сила:  
 $F_r = F_1 + F_2$  исти правац и смер

1. ДУЖ ИСТИХ ПРАВАЦА

2. ДУЖ РАЗЛИЧИТИХ ПРАВАЦА

$F_r = F_1 - F_2$  исти правац супротан смер

16



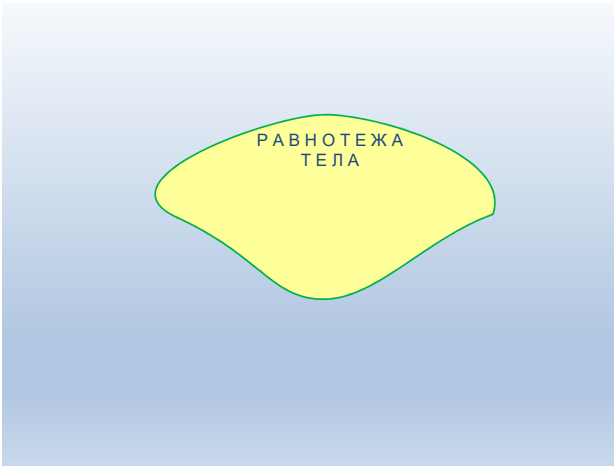
„Равнотежа тела“:



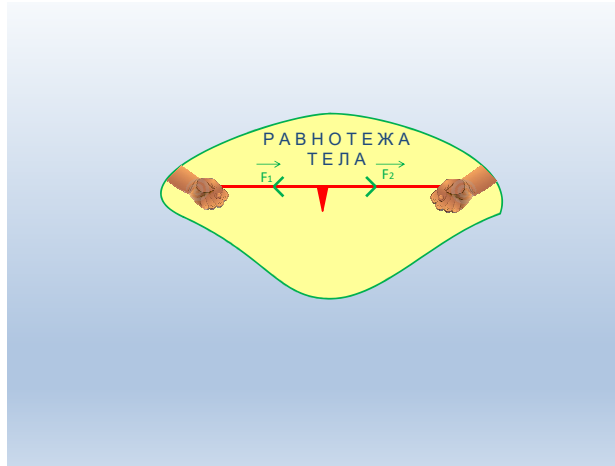
1



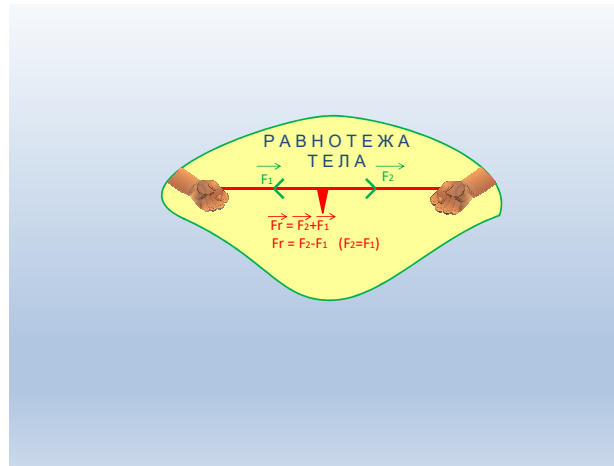
2



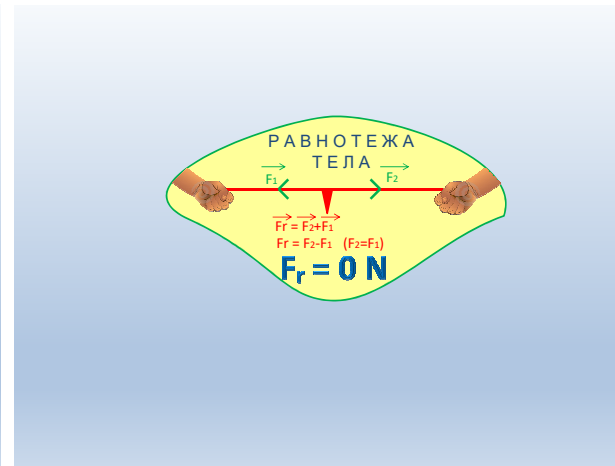
3



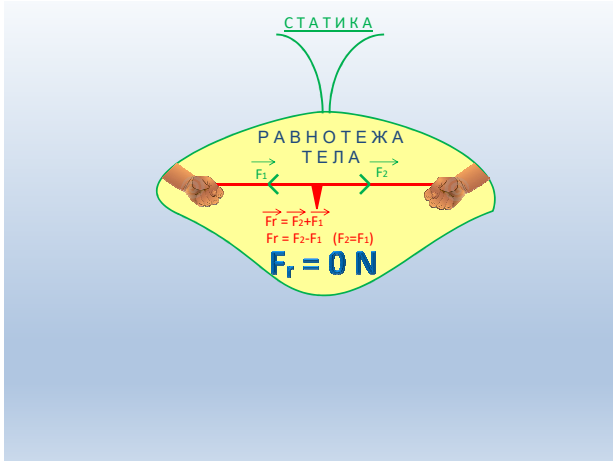
4



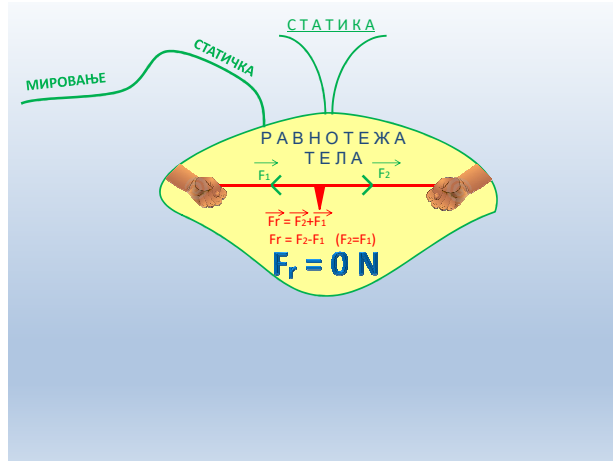
5



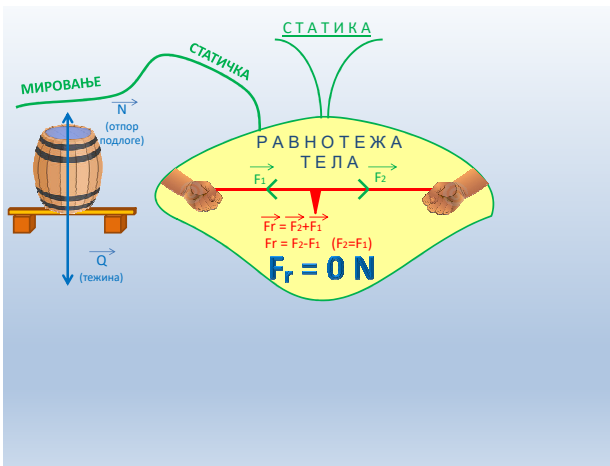
6



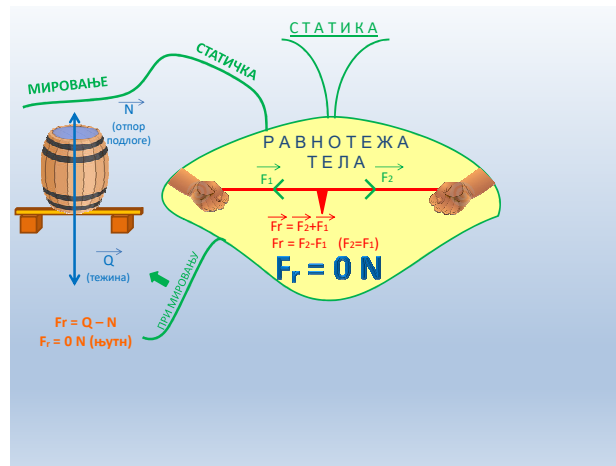
7



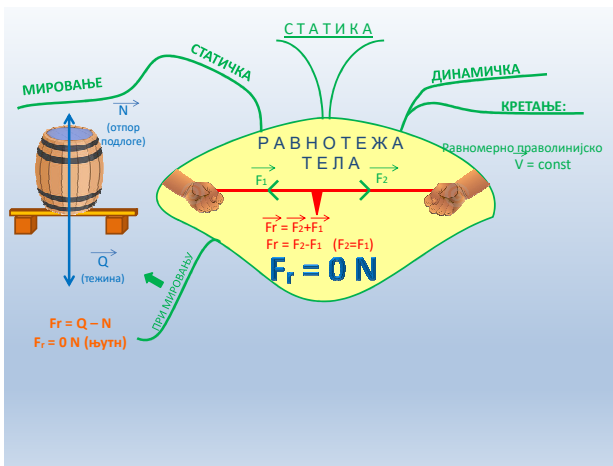
8



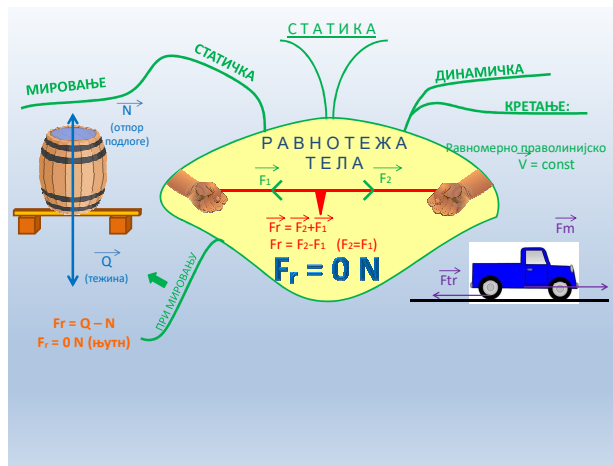
9



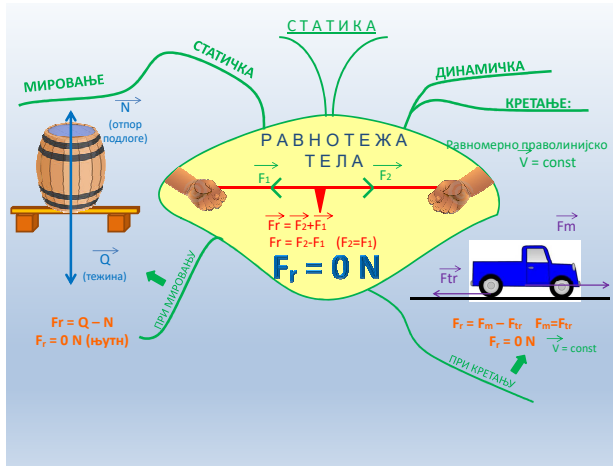
10



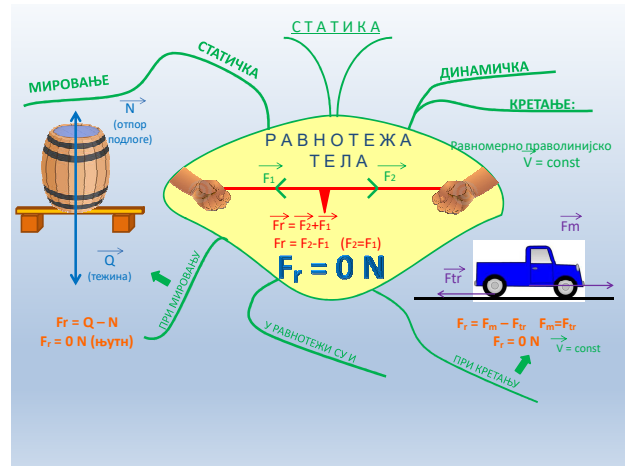
11



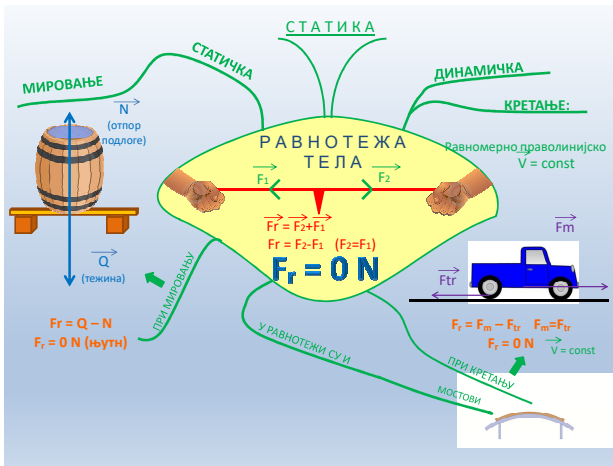
12



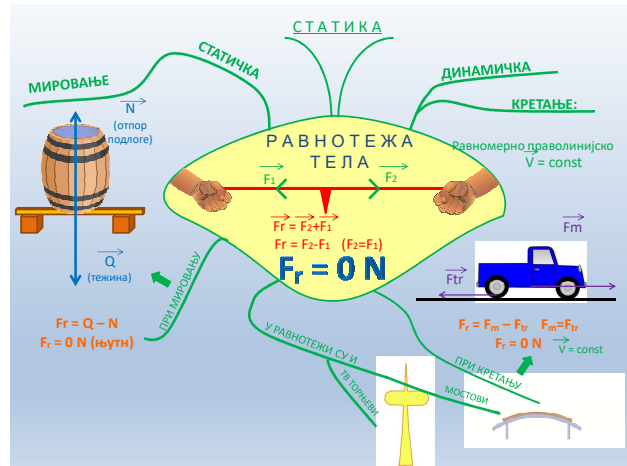
13



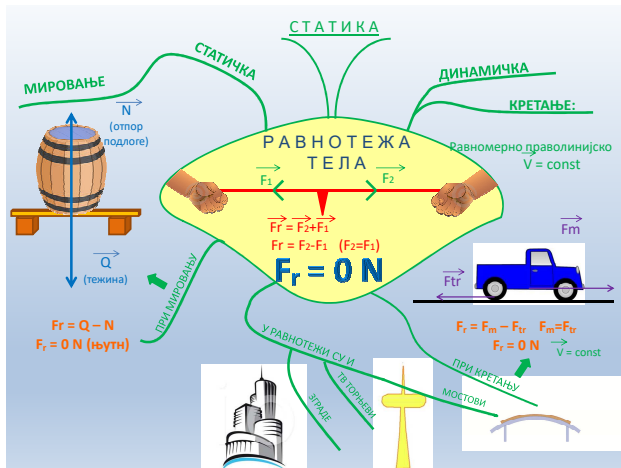
14



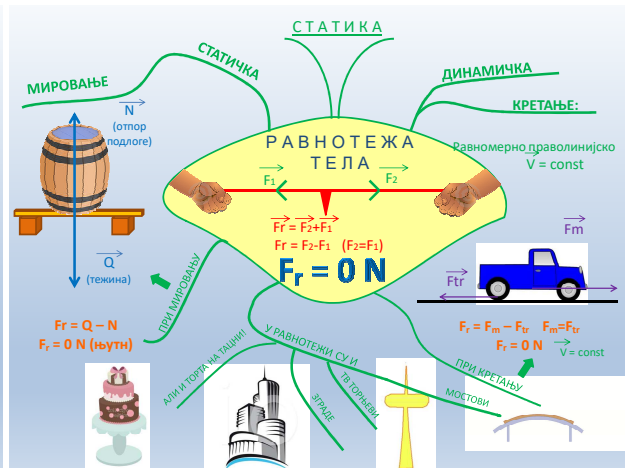
15



16

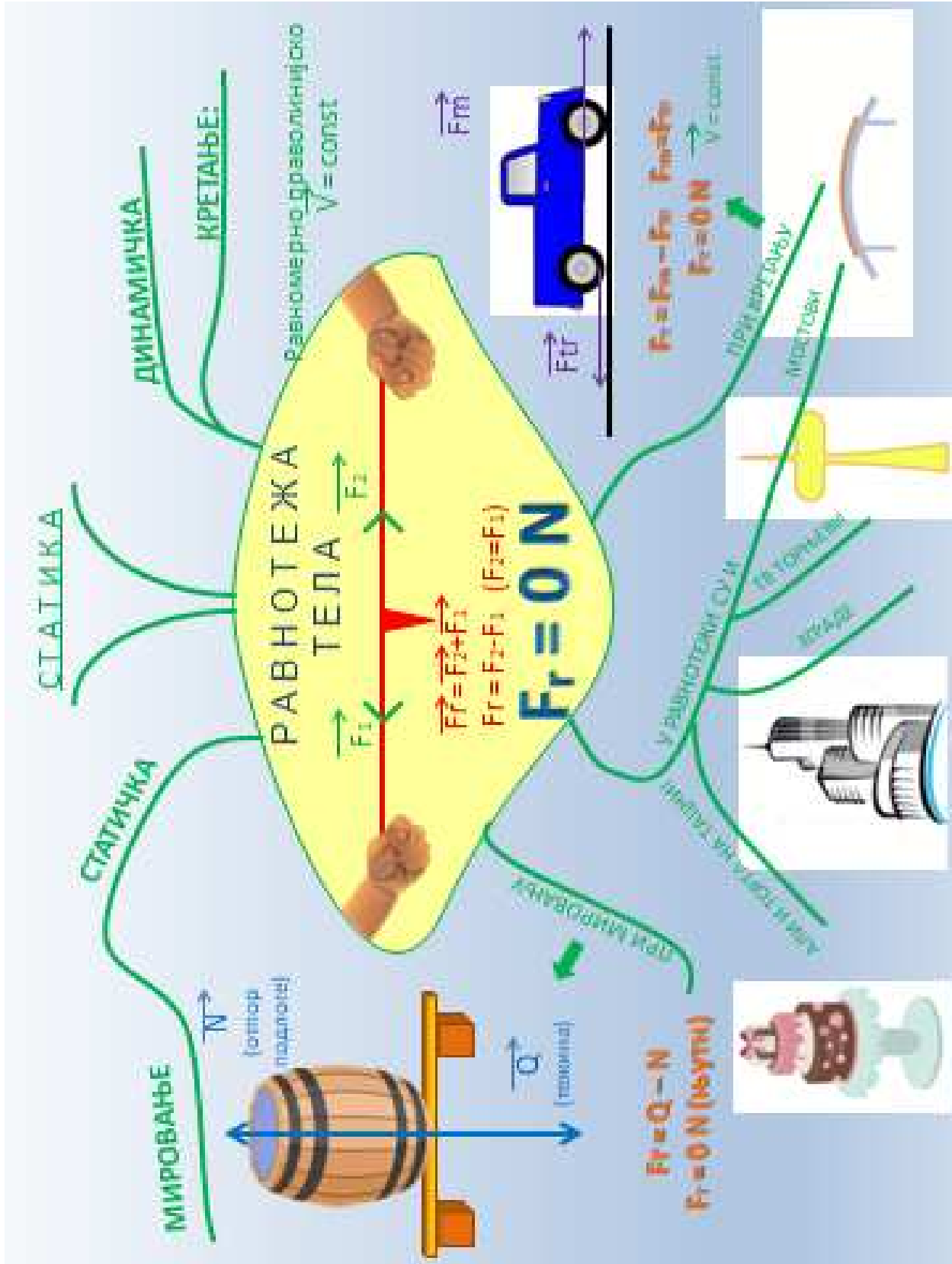


17



18

Целокупна мапа: „Равнотежа тела“



„Полуга и момент силе“:

Полуга  
и момент силе

1

2

Полуга  
и момент силе

Полуга  
и момент силе



3

4



5



6



7

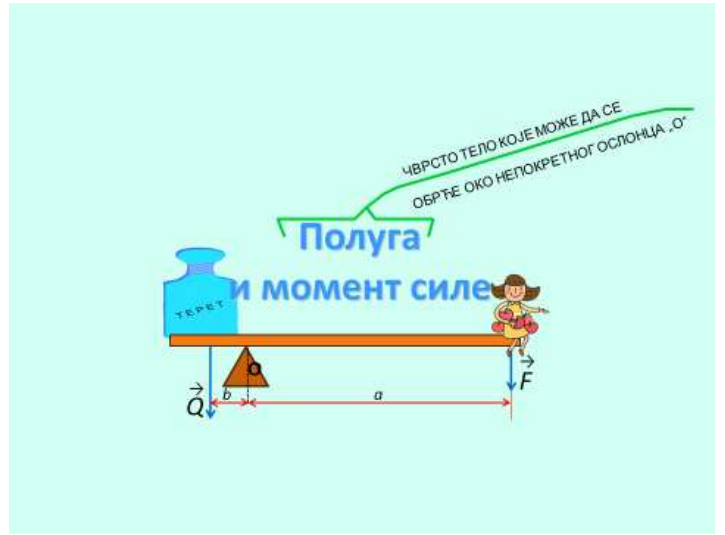


8

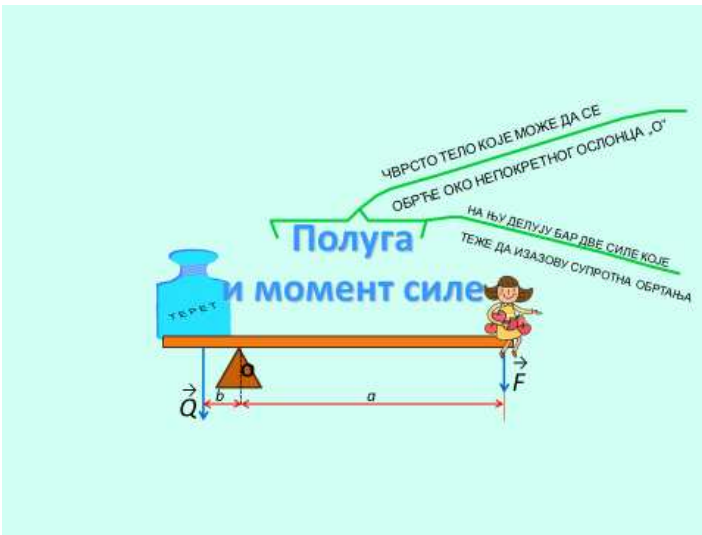




9



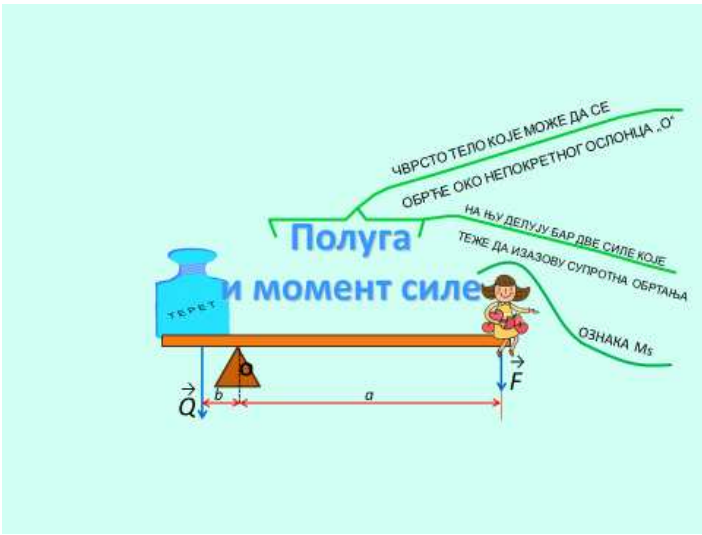
10



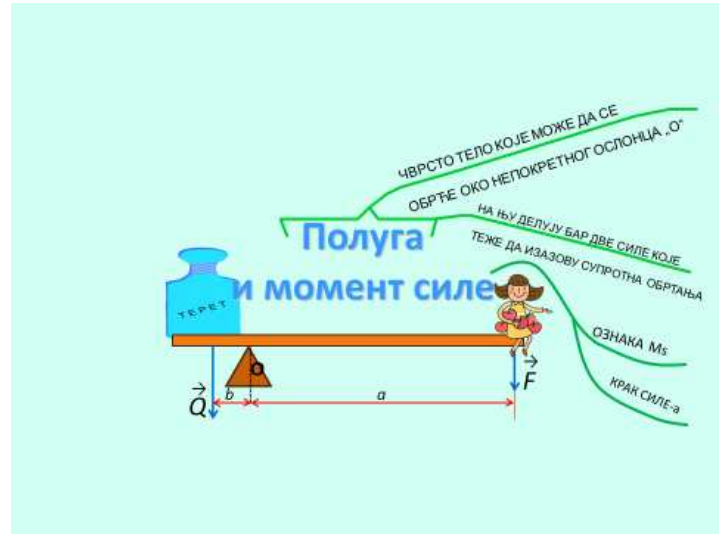
11



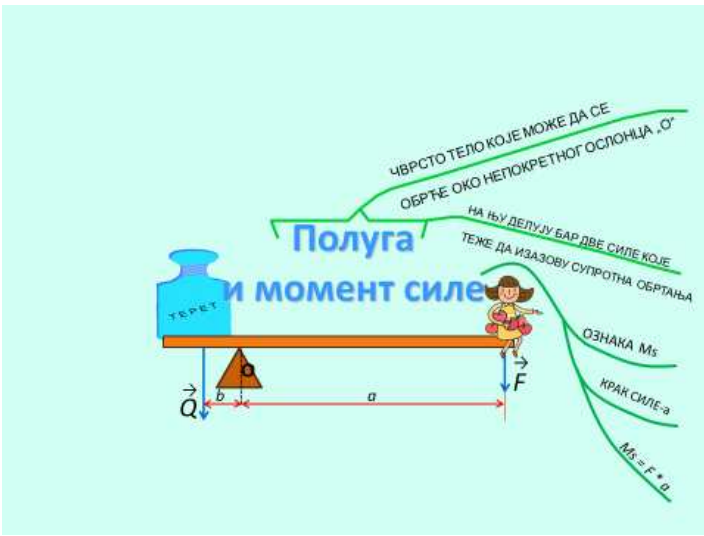
12



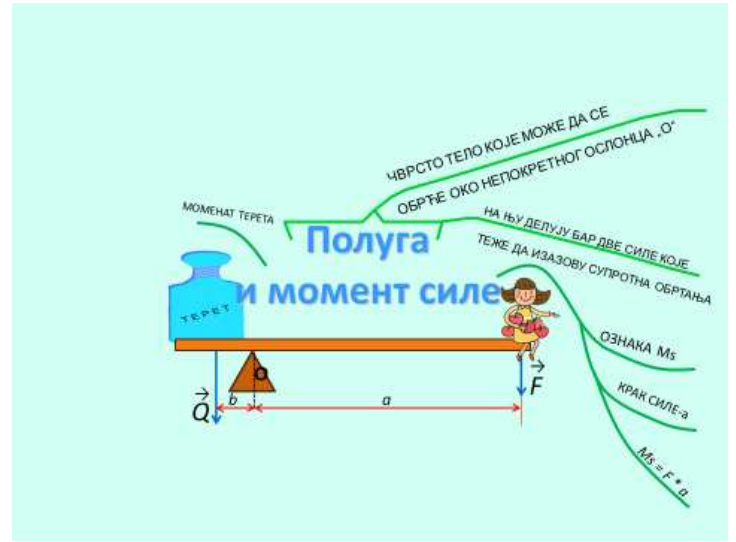
13



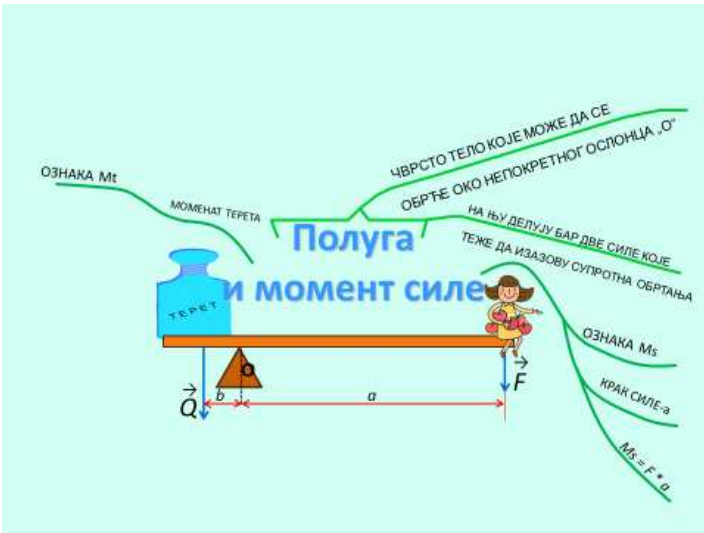
14



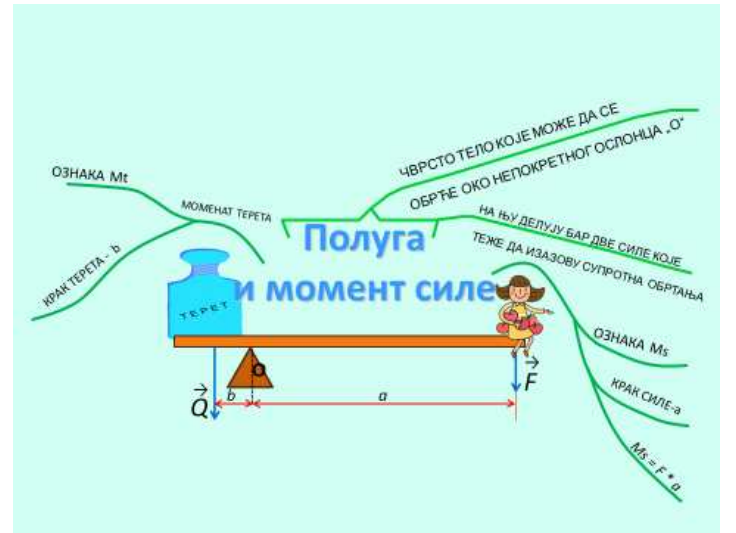
15



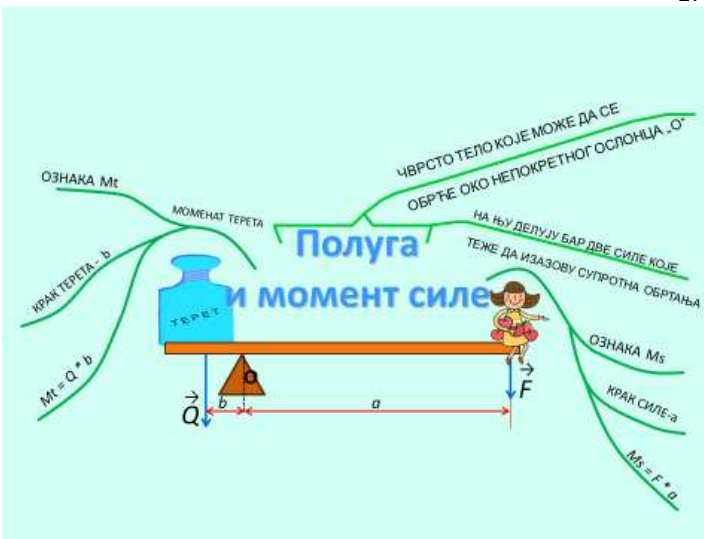
16



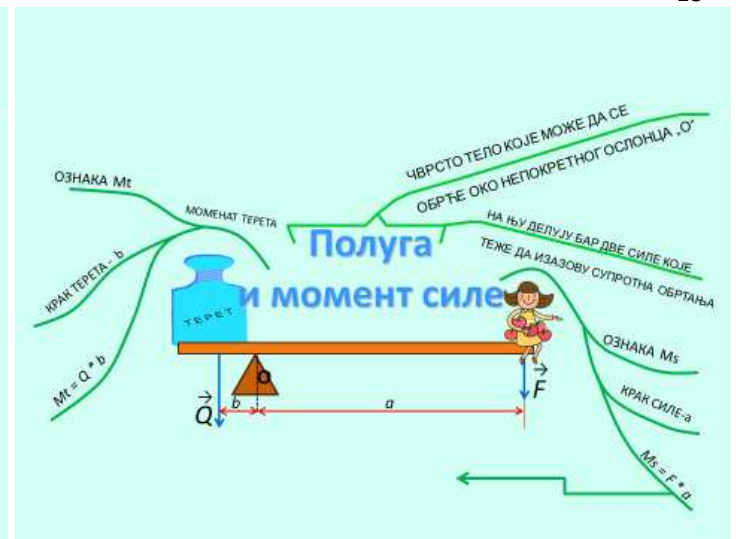
17



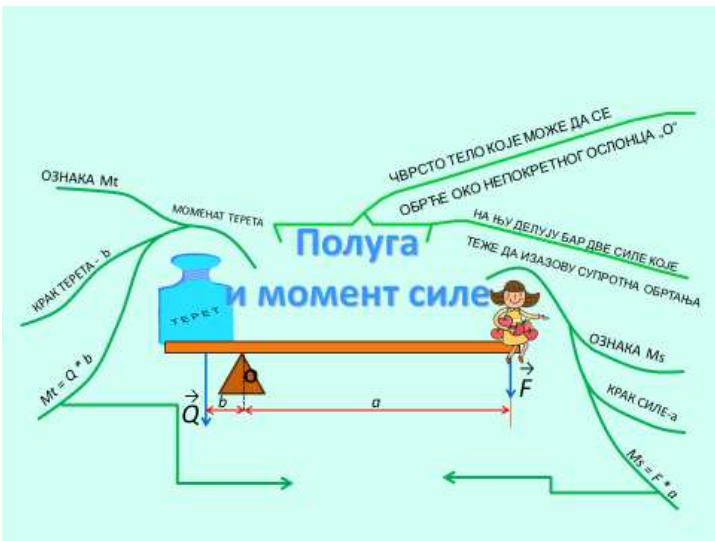
18



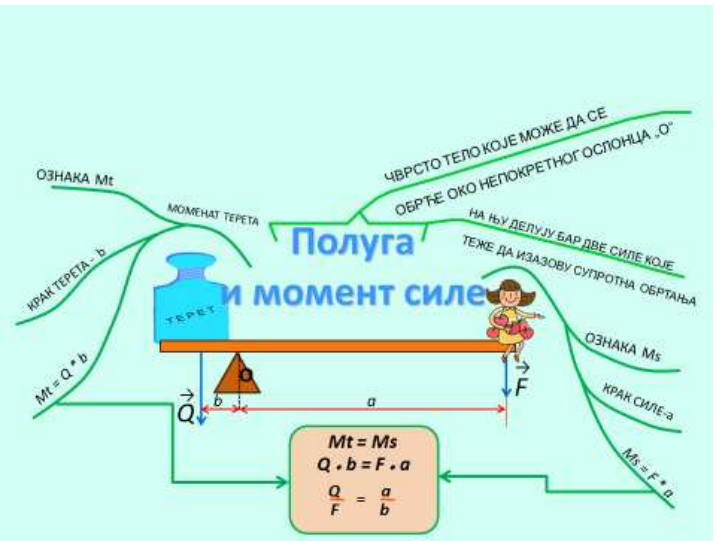
19



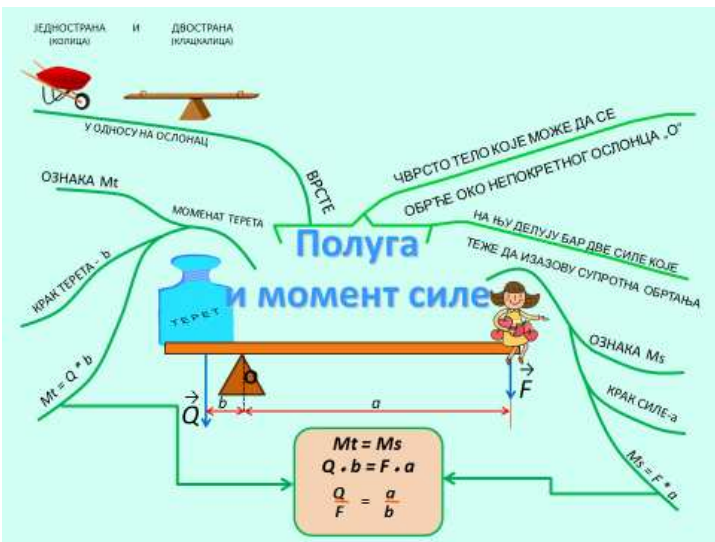
20



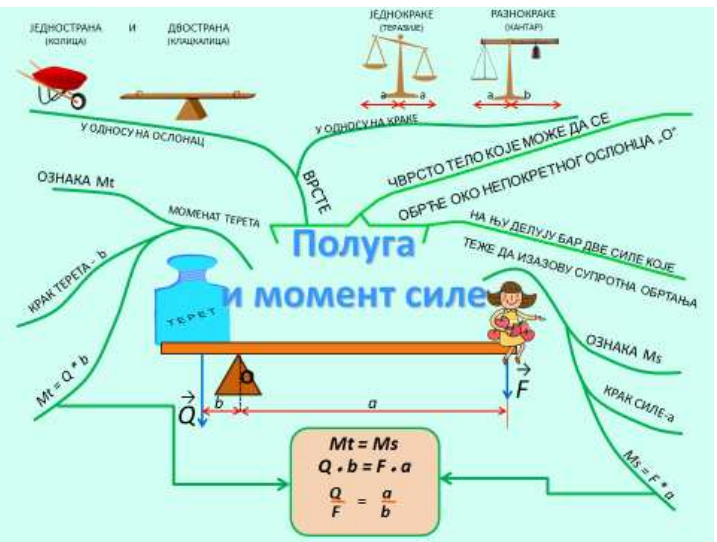
21



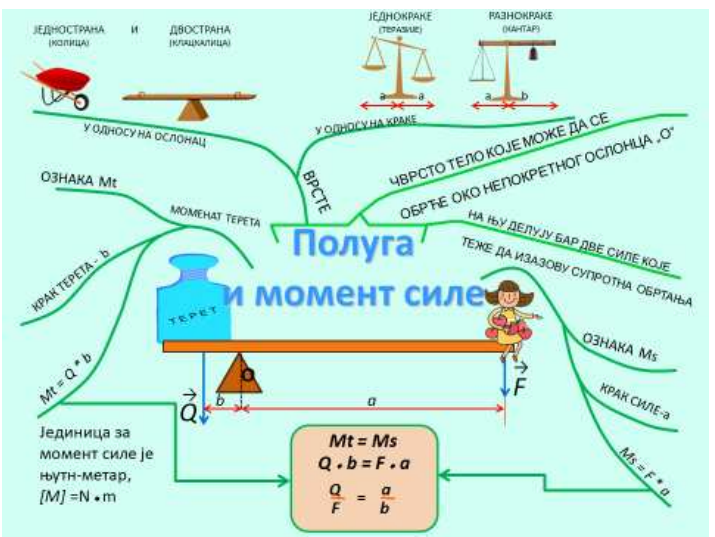
22



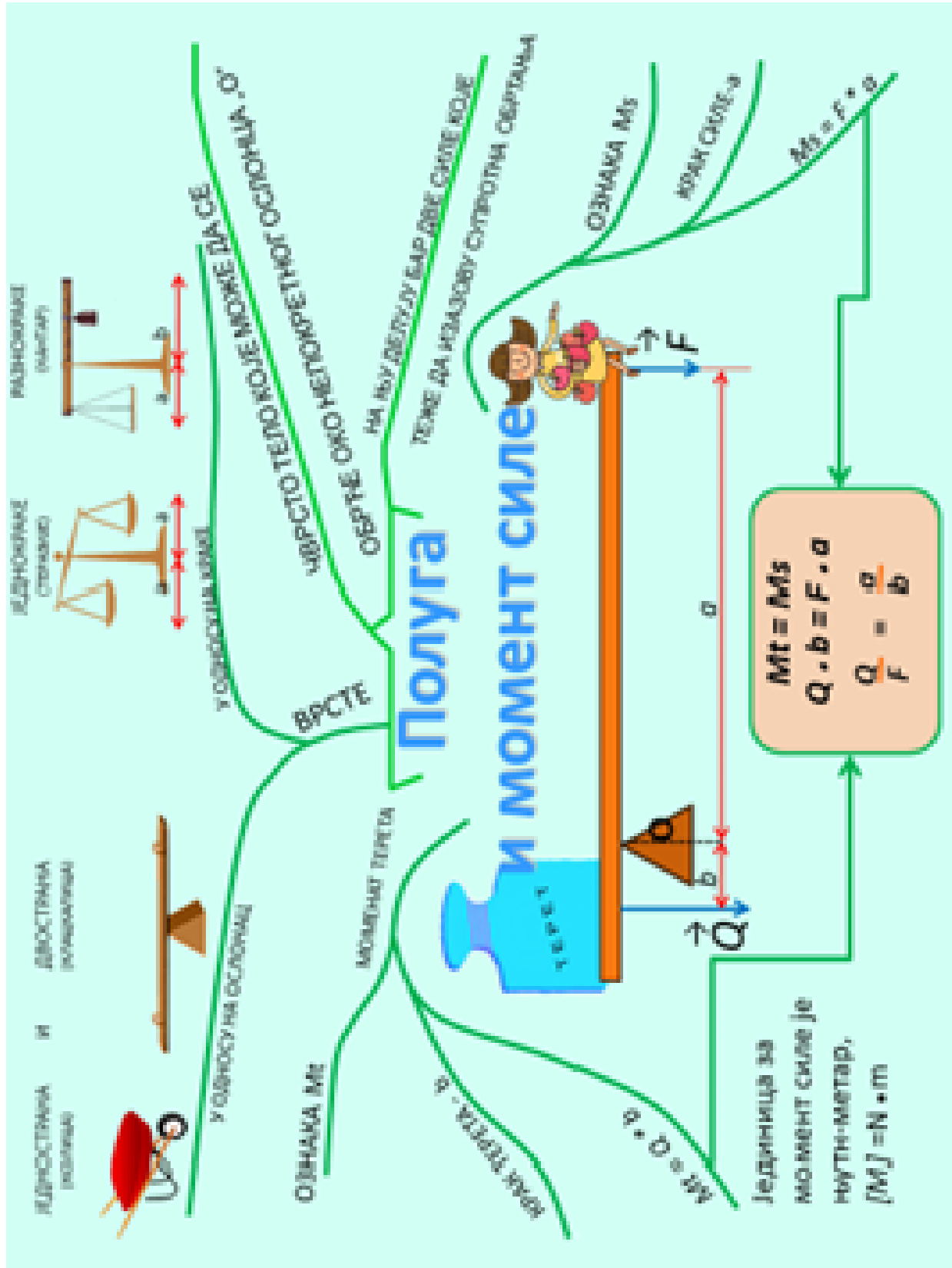
23



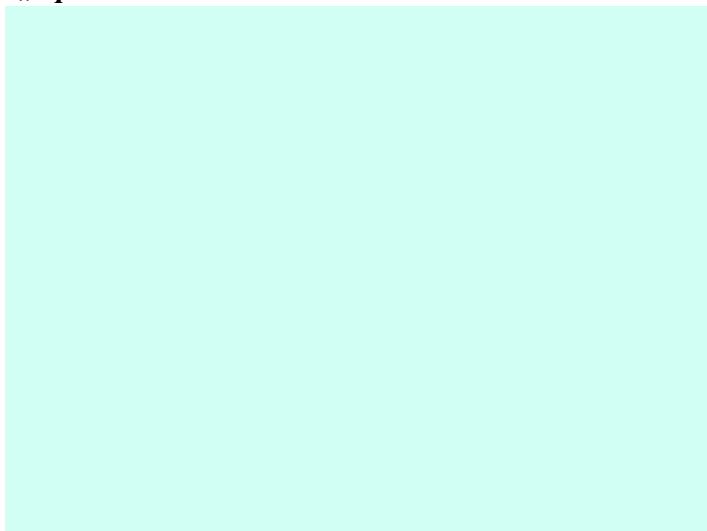
24



25



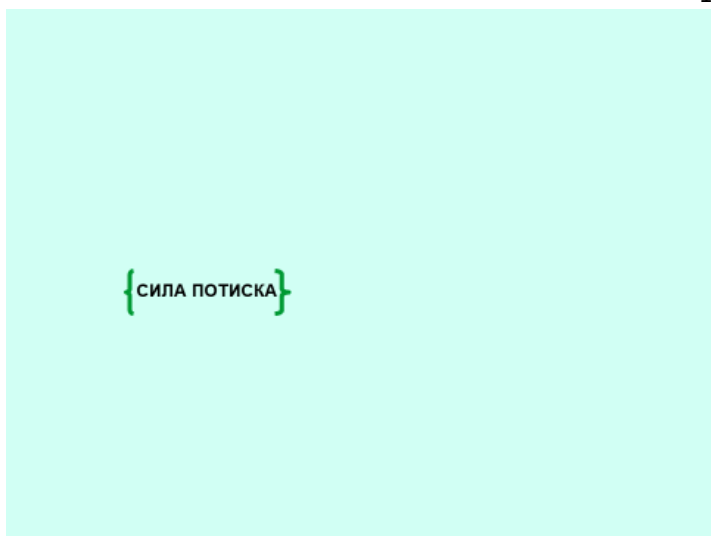
„Архимедов закон“:



1



2



3



4



5



6

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

КОЛИКО ИЗНОСИ?

СИЛА ПОТИСКА

1 2 3

7

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

КОЛИКО ИЗНОСИ?

СИЛА ПОТИСКА

1 2 3

8

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

КОЛИКО ИЗНОСИ?

СИЛА ПОТИСКА

$F_2 > F_1$

1 2 3

9

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

КОЛИКО ИЗНОСИ?

СИЛА ПОТИСКА

$F_2 > F_1$

$V_{течности} = V_{тела}$

$V_{течности} = V_{тела}$

ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!

1 2 3

10

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

КОЛИКО ИЗНОСИ?

СИЛА ПОТИСКА

$F_2 > F_1$

$V_{течности} = V_{тела}$

$V_{течности} = V_{тела}$

ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

1 2 3

11

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

КОЛИКО ИЗНОСИ?

СИЛА ПОТИСКА

ОЗНАКА  $F_p$

$F_2 > F_1$

$V_{течности} = V_{тела}$

$V_{течности} = V_{тела}$

ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

1 2 3

12

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

СИЛА ПОТИСКА

ОЗНАКА  $F_p$   $F_2 > F_1$

$F_p = F_2 - F_1$

КОЛИКО ИЗНОСИ?

1 2 3

$V_{течности} = V_{тела}$   $V_{течности} = V_{тела}$

**ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!**

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

$F_p$  дељује навише

13

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

СИЛА ПОТИСКА

ОЗНАКА  $F_p$   $F_2 > F_1$

$F_p = F_2 - F_1$

КОЛИКО ИЗНОСИ?

1 2 3

$V_{течности} = V_{тела}$   $V_{течности} = V_{тела}$

**ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!**

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

$F_p$  дељује навише

14

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

СИЛА ПОТИСКА

ОЗНАКА  $F_p$   $F_2 > F_1$

$F_p = F_2 - F_1$

КОЛИКО ИЗНОСИ?

1 2 3

$V_{течности} = V_{тела}$   $V_{течности} = V_{тела}$

**ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!**

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

$F_p$  дељује навише

ПОСТОЈИ У ГАСУ

15

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

СИЛА ПОТИСКА

ОЗНАКА  $F_p$   $F_2 > F_1$

$F_p = F_2 - F_1$

КОЛИКО ИЗНОСИ?

1 2 3

$V_{течности} = V_{тела}$   $V_{течности} = V_{тела}$

**ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!**

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

$F_p$  дељује навише

ПОСТОЈИ У ГАСУ

Пливање тела

$\rho_{тела} > \rho_{течности}$   
Тело тоне

16

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

СИЛА ПОТИСКА

ОЗНАКА  $F_p$   $F_2 > F_1$

$F_p = F_2 - F_1$

КОЛИКО ИЗНОСИ?

1 2 3

$V_{течности} = V_{тела}$   $V_{течности} = V_{тела}$

**ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!**

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

$F_p$  дељује навише

ПОСТОЈИ У ГАСУ

Пливање тела

$\rho_{тела} > \rho_{течности}$   
Тело тоне

$\rho_{тела} = \rho_{течности}$   
Тело лебди

17

**АРХИМЕДОВ ЗАКОН**

СИЛА ПОТИСКА

ОЗНАКА  $F_p$   $F_2 > F_1$

$F_p = F_2 - F_1$

КОЛИКО ИЗНОСИ?

1 2 3

$V_{течности} = V_{тела}$   $V_{течности} = V_{тела}$

**ТЕЖИНА ТЕЧНОСТИ ИСТИСНУТЕ ТЕЛОМ!**

$F_p = Q_{течности} = m_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{течности} \cdot g = \rho_{течности} \cdot V_{тела} \cdot g$

$F_p$  дељује навише

ПОСТОЈИ У ГАСУ

Пливање тела

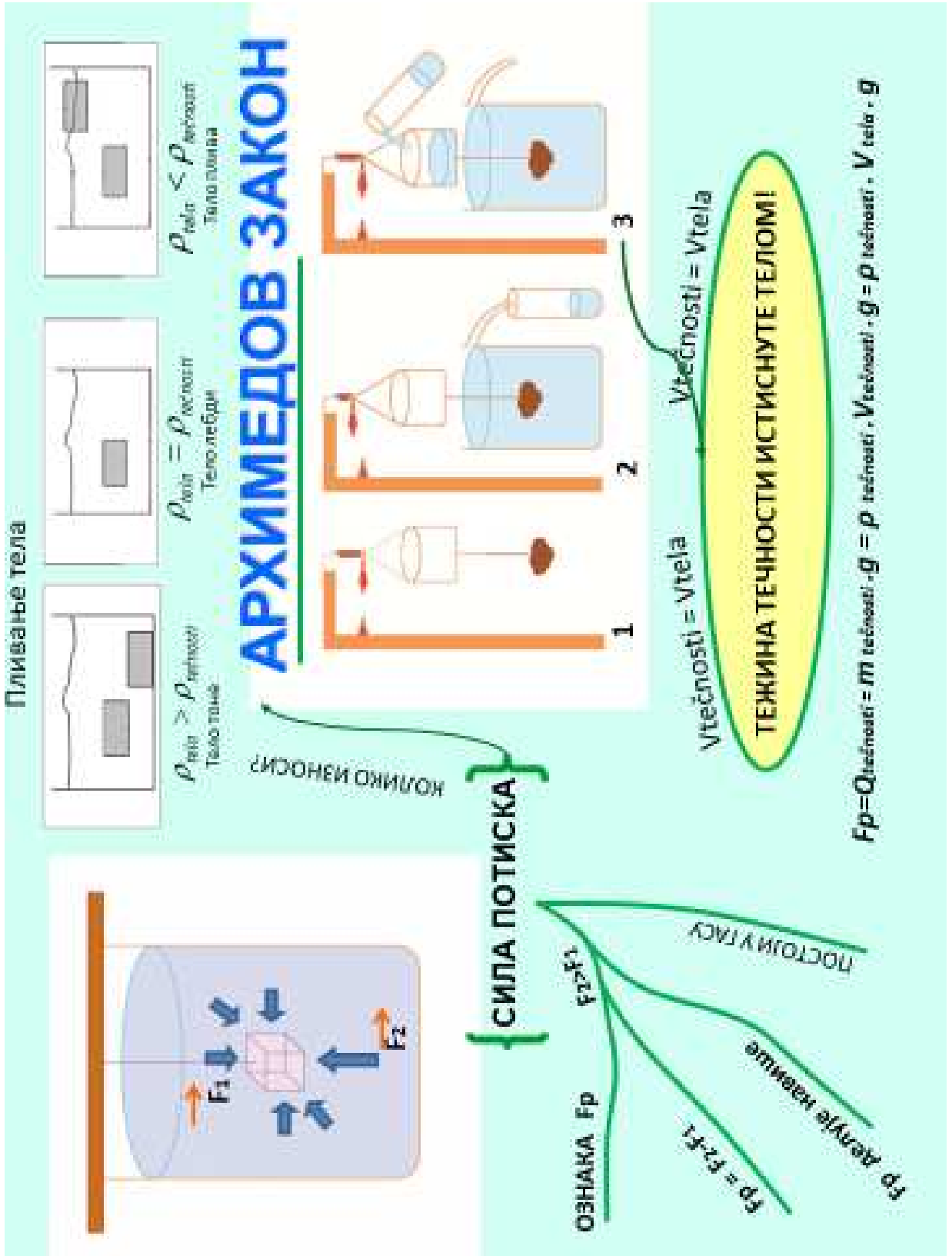
$\rho_{тела} > \rho_{течности}$   
Тело тоне

$\rho_{тела} = \rho_{течности}$   
Тело лебди

$\rho_{тела} < \rho_{течности}$   
Тело плива

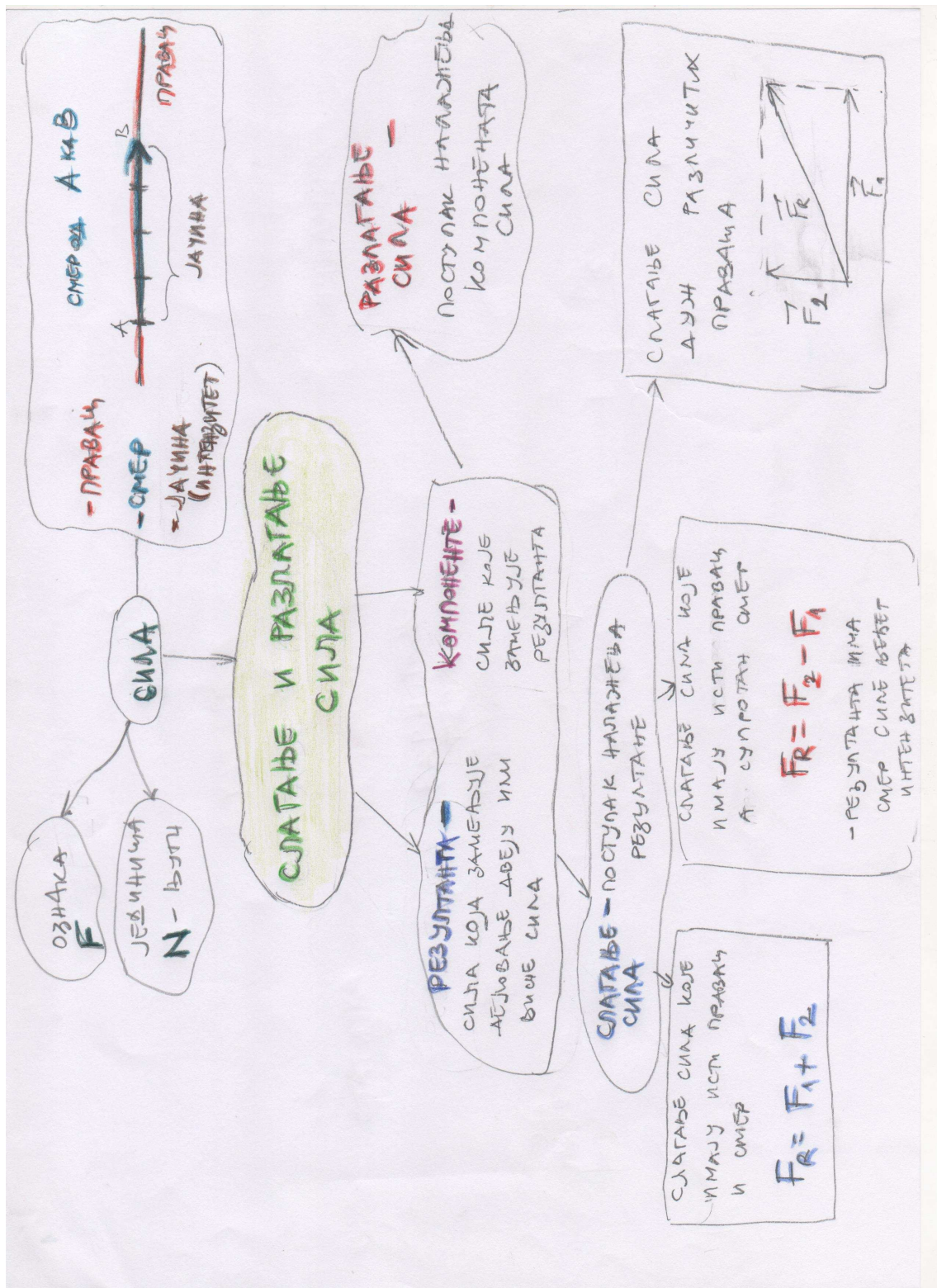
18

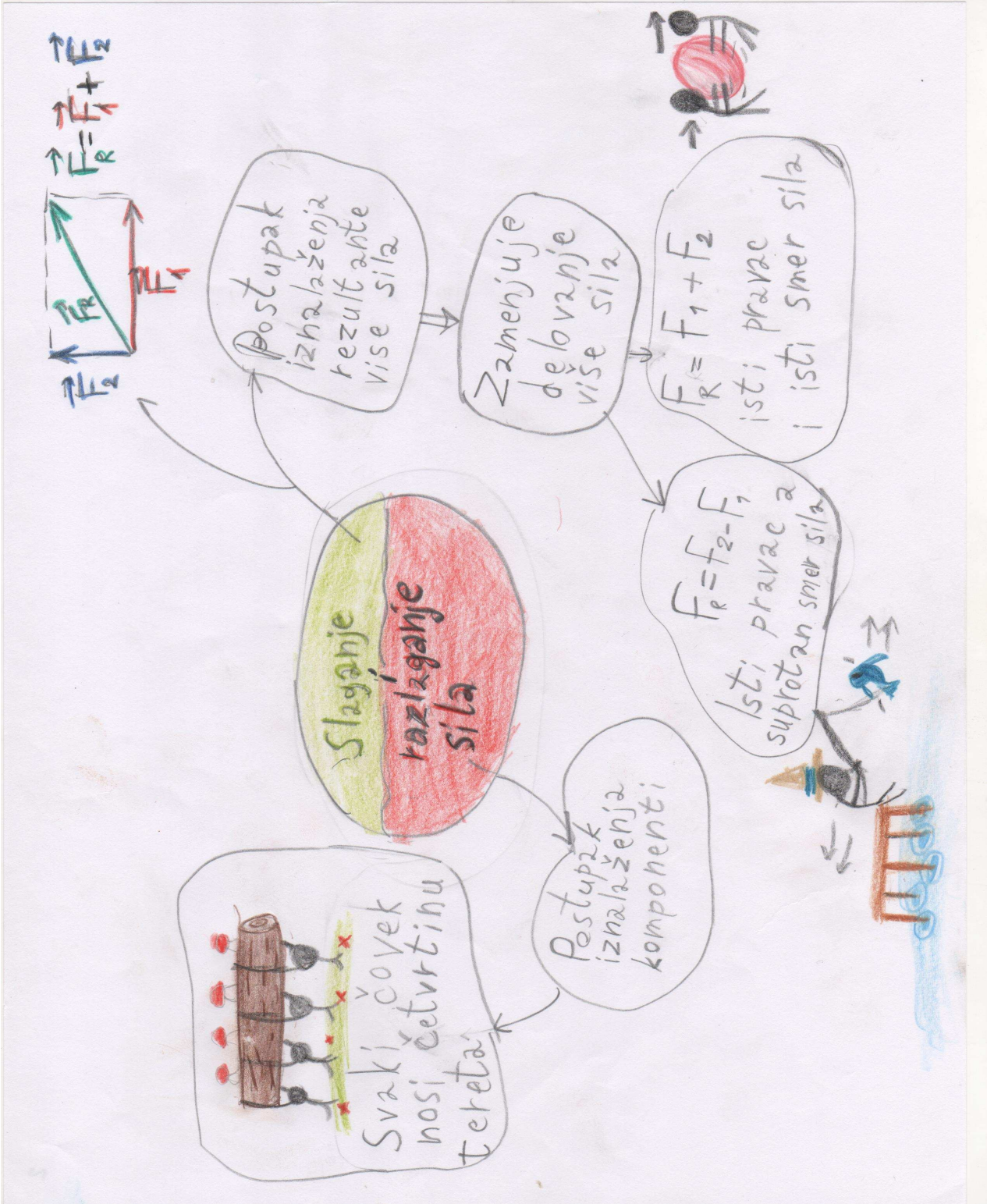
Целокупна мапа „Архимедов закон“:

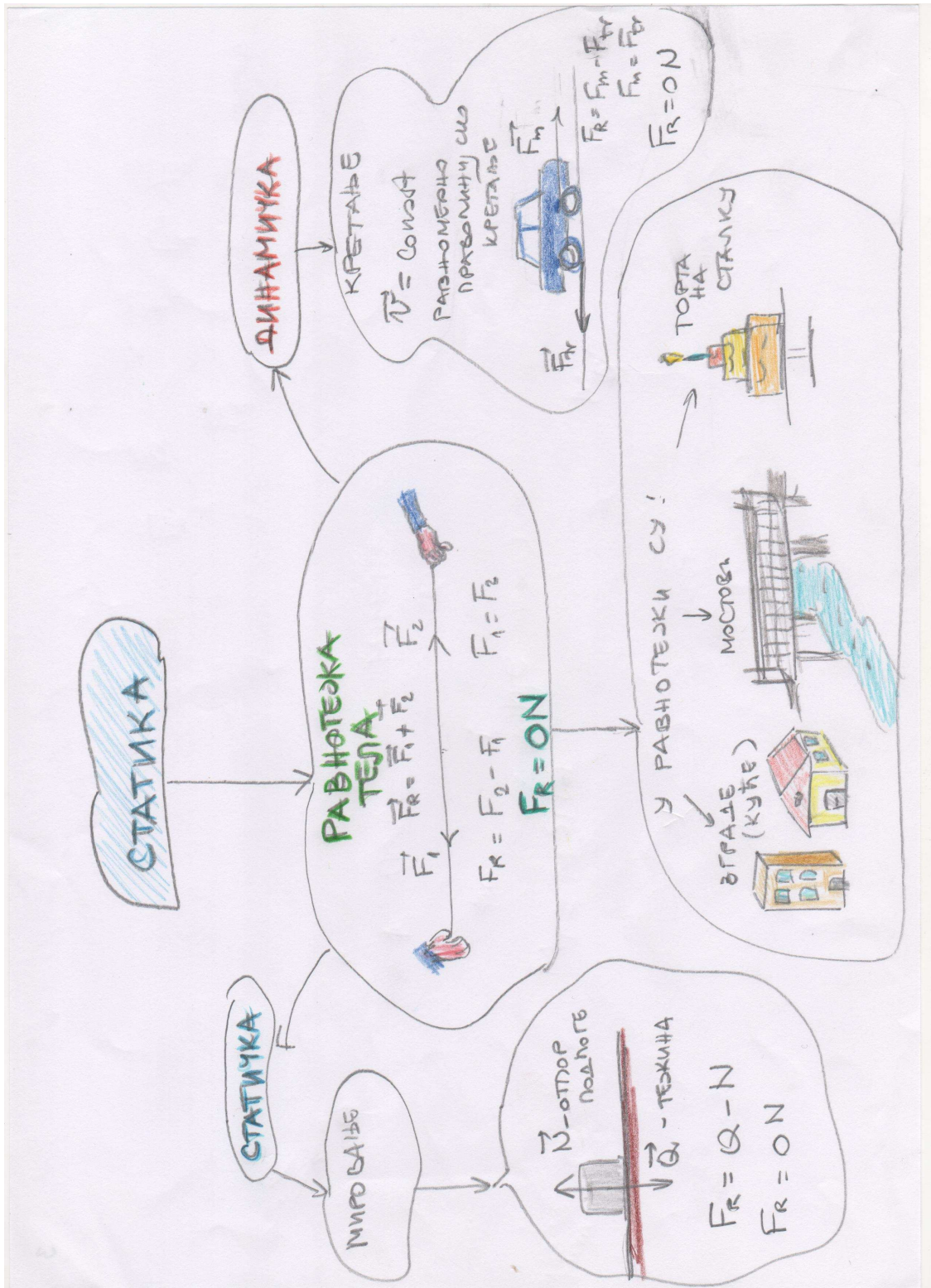


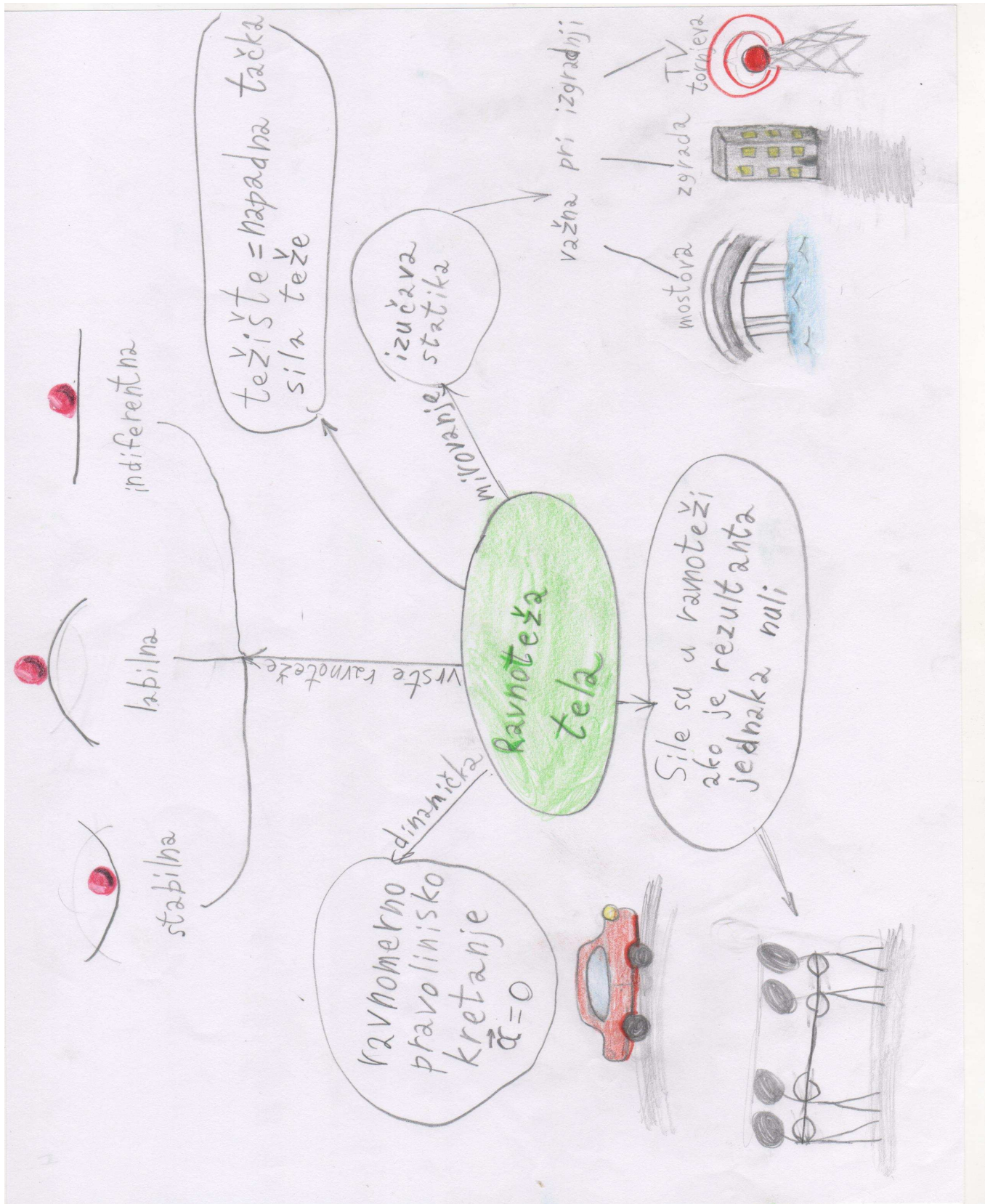


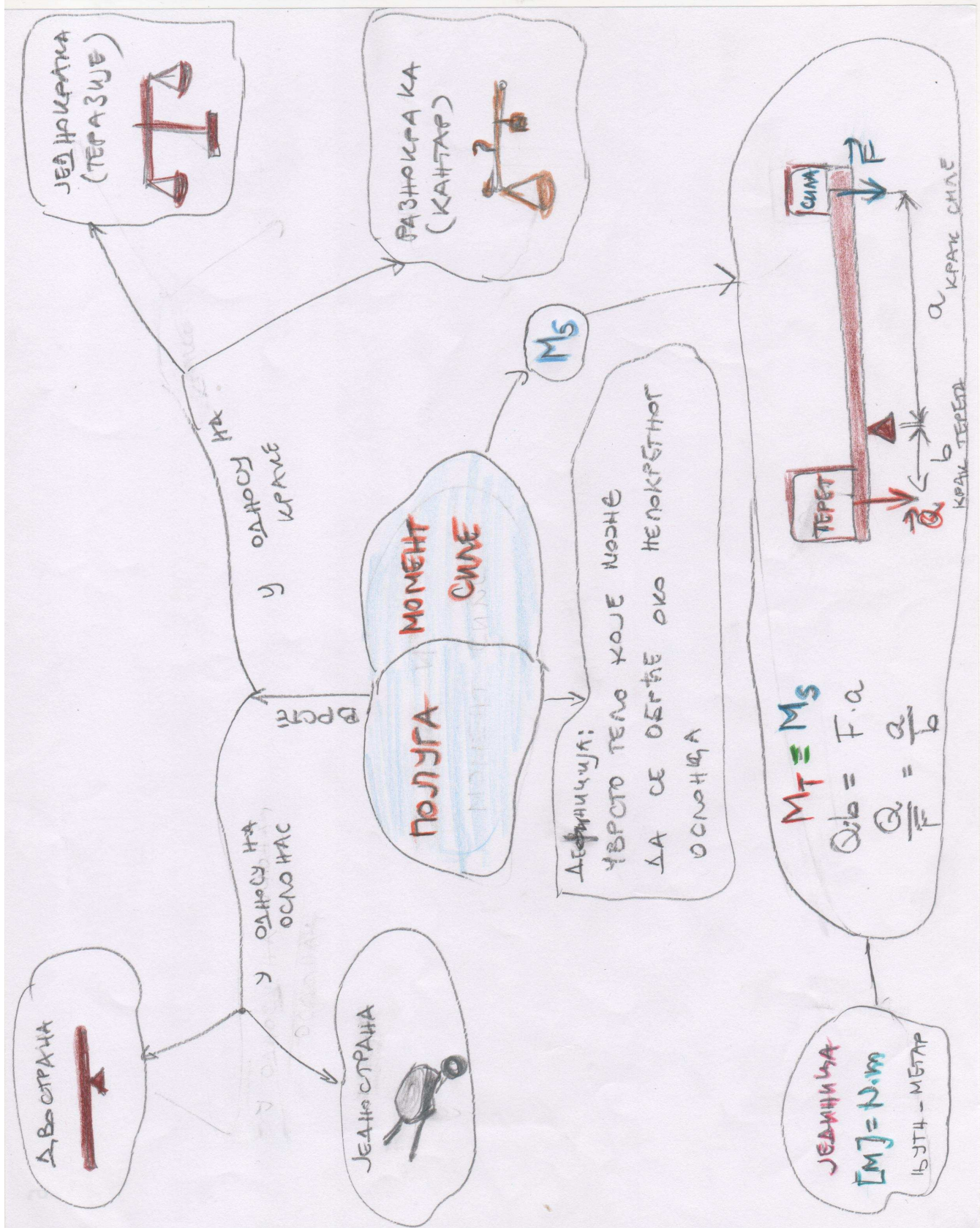
7.4. Ученичке мапе

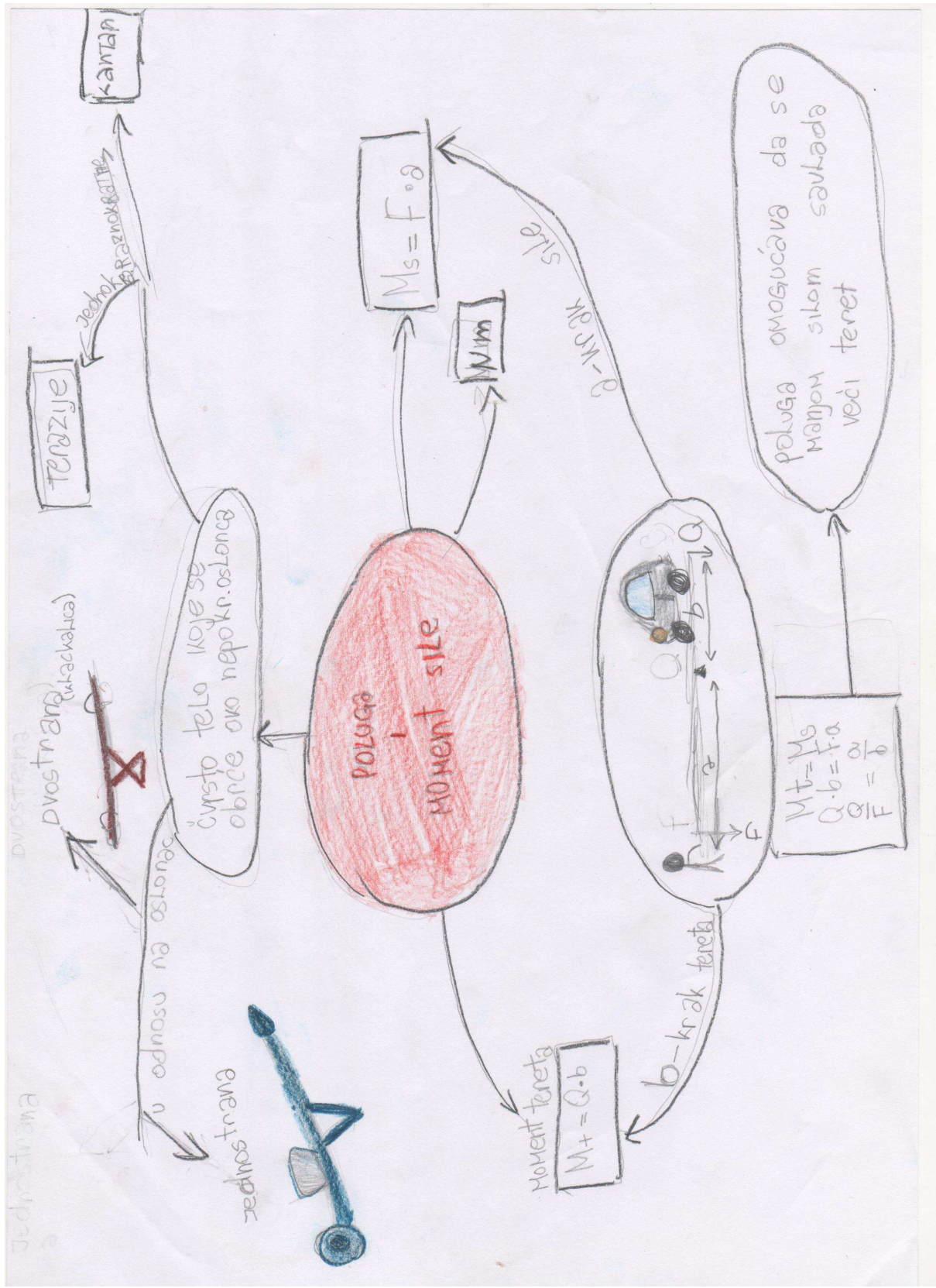


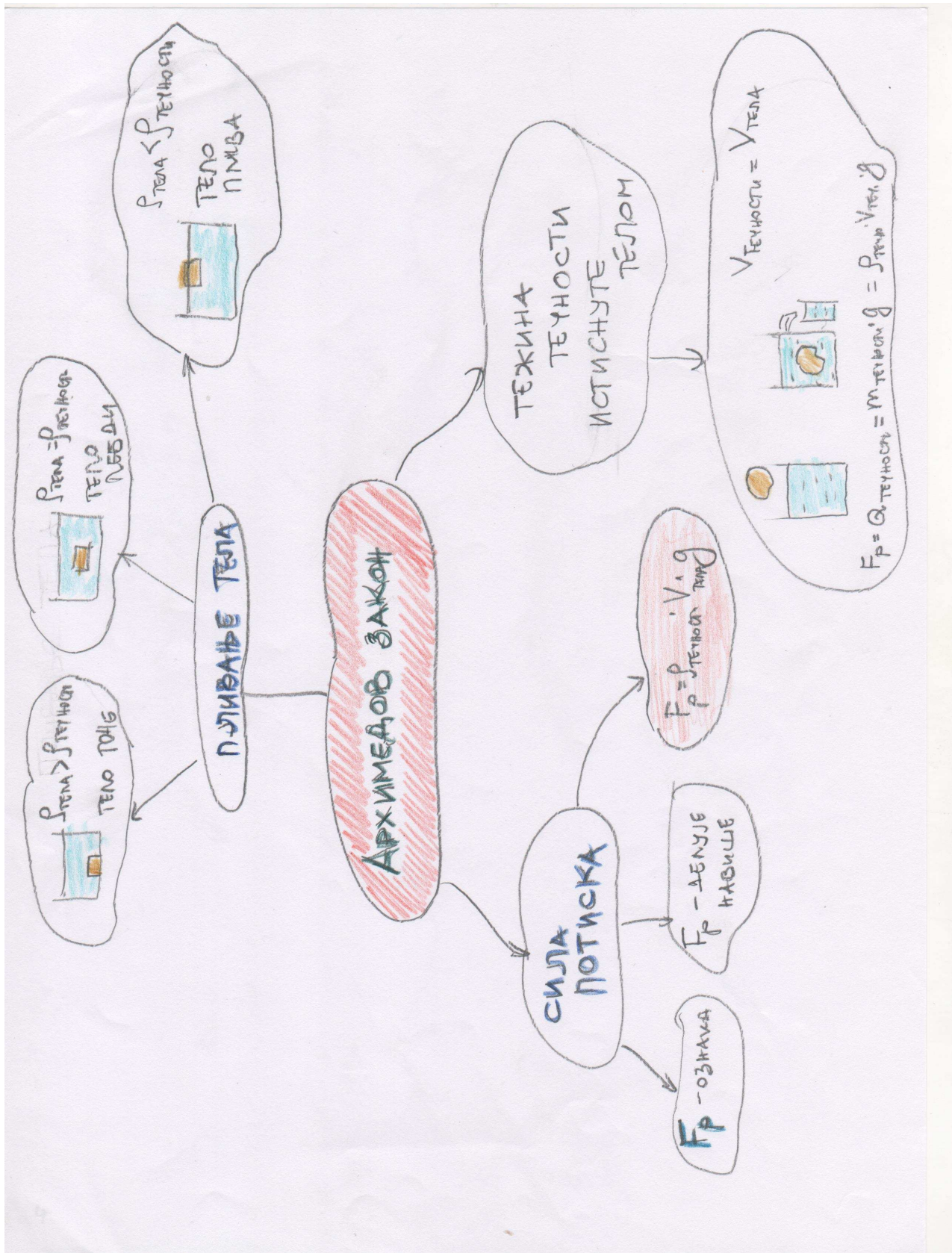


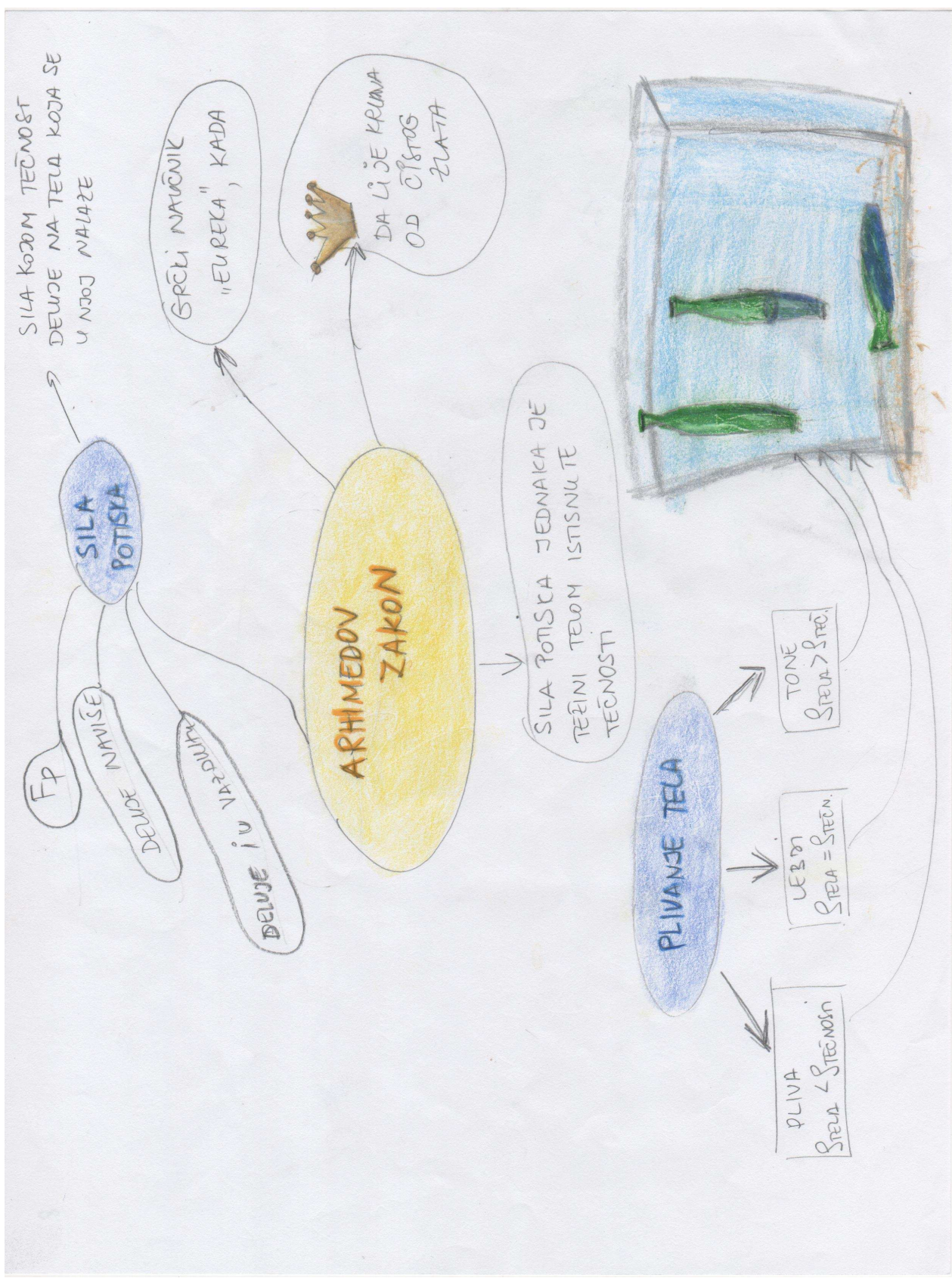














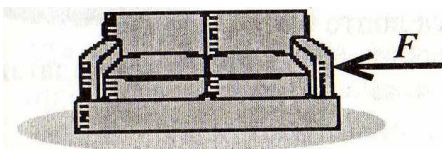
## 7.5. Изглед иницијалног теста

### Тест 1

Пол: М / Ж

Наведите оцену из физике на крају првог полугодишта: \_\_\_\_\_

<p><u>1. Силе отпора кретању су увек:</u></p> <p>а) истог правца и смера као и кретање тела  б) истог правца а супротног смера од кретања тела  в) истог смера као и кретање тела а правца нормалног на правац кретања  г) ништа од наведеног</p>	<p><u>2. При клизању неравнине једног тела задиру у неравнине другог, а при котрљању се оне само додирују. Зато је:</u></p> <p>а) коефицијент трења котрљања мањи од коефицијента трења клизања  б) коефицијент трења котрљања већи од коефицијента трења клизања  в) коефицијент трења котрљања једнак коефицијенту трења клизања  г) ништа од наведеног</p>	<p><u>3. Сила отпора којом мирна вода делује на чамац када се он креће у правцу и смеру означеним са А у односу на силу отпора када се он креће у правцу и смеру означеним са В је:</u></p> <p>а) једнака  б) мања  в) већа  г) ништа од наведеног</p> 
<p><u>4. Силе отпора кретању су последица:</u></p> <p>а) гравитационог деловања  б) магнетног деловања  в) електричног деловања  г) трења и отпора средине</p>	<p><u>5. Ако човек покуша да трчи кроз воду сила отпора:</u></p> <p>а) не мења се  б) је мања  в) је већа  г) ништа од наведеног</p>	<p><u>6. Сила трења на облу оловку В на стрмој равни на слици у односу на силу трења на исту такву оловку А на слици је:</u></p> <p>а) једнака  б) мања  в) већа  г) ништа од наведеног</p> 
<p><u>7. У зависности како се неко тело креће по другом телу, постоји трење:</u></p> <p>а) само клизања  б) само котрљања  в) клизања или котрљања  г) ништа од наведеног</p>	<p><u>8. Приликом пада падобраном за отпор средине је пожељно да је:</u></p> <p>а) што мањи  б) што већи  в) непромењив  г) ништа од наведеног</p>	<p><u>9. Рука на слици вуче миша у неком брзином <math>v</math> у назначеном правцу и смеру. Сила трења којом подлога делује на миша је усмерена:</u></p> <p>а) вертикално навише  б) вертикално наниже  в) у правцу и смеру брзине <math>v</math>  г) ништа од наведеног</p> 

<p><u>10. Јачина силе отпора средине зависи од:</u></p> <p>а) густине средине, брзине кретања и чеоне површине тела</p> <p>б) густине средине, брзине кретања и облика тела</p> <p>в) брзине, чеоне површине и облика тела</p> <p>г) густине средине, брзине кретања, чеоне површине тела и облика тела</p>	<p><u>11. Отпор средине је последица постојања:</u></p> <p>а) гравитационог деловања у средини</p> <p>б) светлосног деловања извора светлости у средини</p> <p>в) молекула (честица) средине</p> <p>г) ништа од наведеног</p>	<p><u>12. Кревет на слици се гура неком силом <math>F</math>, али се не помера. Разлог томе је сила трења:</u></p> <p>а) мировања</p> <p>б) котрљања</p> <p>в) клизања</p> <p>г) ништа од наведеног</p> 
<p><u>13. Којом формулом рачунамо хидростатички притисак на некој дубини <math>h</math> у течности? <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>.</u></p> <p>а) <math>p = \rho \cdot g \cdot h</math></p> <p>б) <math>p = \frac{\rho \cdot g}{h}</math></p> <p>в) <math>p = \frac{h}{\rho \cdot g}</math></p> <p>г) ништа од наведеног</p>	<p><u>14. Притисак се кроз чврста тела преноси:</u></p> <p>а) под углом од <math>90^\circ</math> у односу на правац деловања силе на чврсто тело</p> <p>б) у правцу и смеру силе која делује на чврсто тело</p> <p>в) супротно од правца и смера силе која делује на чврсто тело</p> <p>г) ништа од наведеног</p>	<p><u>15. Колики је хидростатички притисак у базену са водом на дубини од <math>2 \text{ m}</math>? Густина воде је <math>\rho = 1000 \text{ kg/m}^3</math>, <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>.</u></p> <p>а) <math>5 \text{ kPa}</math></p> <p>б) <math>10 \text{ kPa}</math></p> <p>в) <math>20 \text{ kPa}</math></p> <p>г) <math>30 \text{ kPa}</math></p>
<p><u>16. Ако је <math>F</math> јачина силе која делује на површину величине <math>S</math>, формула за притисак <math>p</math> је:</u></p> <p>а) <math>p = F \cdot S</math></p> <p>б) <math>p = \frac{S}{F}</math></p> <p>в) <math>p = F \cdot S^2</math></p> <p>г) <math>p = \frac{F}{S}</math></p>	<p><u>17. Зашто багери гусеничари имају широке гусенице?</u></p> <p>а) да би се притисак на подлогу повећао услед њихове тежине</p> <p>б) да би се притисак на подлогу смањило услед њихове тежине</p> <p>в) да не би дошло до промене притиска на подлогу</p> <p>г) ништа од наведеног</p>	<p><u>18. Коцка стоји на столу. Колики је притисак коцке тежине <math>10 \text{ N}</math> на површину стола, ако је величина додирне површине коцке на столу <math>0.01 \text{ m}^2</math>?</u></p> <p>а) <math>200 \text{ Pa}</math></p> <p>б) <math>500 \text{ Pa}</math></p> <p>в) <math>1000 \text{ Pa}</math></p> <p>г) <math>1500 \text{ Pa}</math></p>

Кључ за иницијални тест: 1б), 2а), 3б), 4г), 5в), 6в), 7в), 8б), 9г), 10г), 11в), 12а), 13а), 14б), 15в), 16г), 17б), 18в)

## 7.6. Изглед финалног теста

### Тест 2

Пол: М / Ж

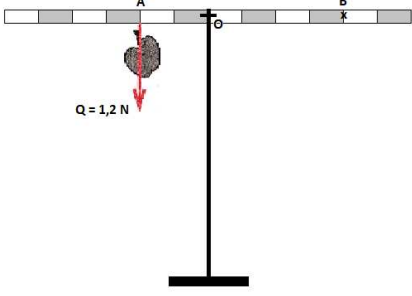
Оцена из физике на крају првог  
полугодишта: \_\_\_\_\_

Молимо вас да одговорите на следећа питања. У оквиру сваког питања само је један одговор тачан.

После сваког питања на скали од 1 до 5 заокружи колико сматраш да је тежак задатак:

**1 = Веома тешко; 2 = Тешко; 3 = Ни тешко ни лако; 4 = Лако; 5 = Веома лако.**

<p><u>1. Шта је то резултанта силе ?</u></p> <p>а) сила која може заменити деловање двеју или више сила б) сила теже на неко тело в) сила која не може заменити деловање двеју или више сила г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>2. Да ли неко тело може да се налази у стању равнотеже ако на њега делују две силе истог правца и смера ?</u></p> <p>а) не б) да, али само ако силе делују у пару в) да г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>3. Колика је резултанта две силе истог правца а супротног смера, ако је једна сила јачине 10 N, а друга јачине 7 N, и где је усмерена резултанта тих сила ?</u></p> <p>а) 3 N, у смеру слабије силе б) 17 N, у смеру слабије силе в) 3 N, у смеру јаче силе г) 17 N, у смеру јаче силе</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>
<p><u>4. Равнотежа може бити:</u></p> <p>а) само статичка б) само динамичка в) статичка или динамичка г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>5. Шта је то нападна тачка силе ?</u></p> <p>а) произвољна тачка на телу б) тачка у или на телу у којој делује сила в) тачка на телу у којој нема дејства силе г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>6. Вучна сила мотора аутомобила износи 30 kN. Аутомобил се креће равномерно праволинијски. Сила трења на аутомобил износи:</u></p> <p>а) 10 kN б) 20 kN в) 30 kN г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>
<p><u>7. Која је јединица за момент силе ?</u></p> <p>а) <math>\frac{N}{m}</math> б) <math>N \cdot m</math> в) <math>\frac{N}{m^2}</math> г) <math>\frac{m}{N}</math></p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>8. Да ли тело када се креће може бити у равнотежи ?</u></p> <p>а) не б) да в) само ако се креће успорено г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>9. Резултантна сила на аутомобил који се креће равномерно праволинијски је:</u></p> <p>а) 0 N б) већа од 0 N в) мања од 0 N г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>

<p><u>10. Полу̀га је:</u></p> <p>а) чврсто тело које може да се обрће око непокретног ослонаца  б) произвољно чврсто тело  в) чврсто тело фиксирано за ослонац  г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>11. Полу̀га је у равнотежи. То значи да је:</u></p> <p>а) момент терета већи од момента силе  б) момент терета мањи од момента силе  в) момент терета је двоструко већи од момента силе  г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>12. На слици је приказана полу̀га чији је ослонац у тачки О, јабука која је окачена са једне стране ослонаца и тежина јабуке која делује на полу̀гу у тачки А. Колико износи бројна вредност силе којом треба деловати у тачки В, да би полу̀га била у хоризонталној равнотежи ?</u></p> <p>а) 0.8 N  б) 1 N  в) 1.2 N  г) 0.6 N</p>  <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>
<p><u>13. Сила потиска на потопљено тело у течност је једнака:</u></p> <p>а) тежини тела  б) тежини течности  в) тежини течности истиснуте телом  г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>14. Сила потиска делује на тело у течности или гасу:</u></p> <p>а) навише  б) наниже  в) бочно  г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>15. Запремина потопљене коцке од гвожђа у воду густине <math>1000 \text{ kg/m}^3</math> је <math>0.125 \text{ m}^3</math>. Колика је сила потиска на коцку и шта се дешава са коцком ? Густина гвожђа је <math>7800 \text{ kg/m}^3</math>, <math>g \approx 10 \text{ m/s}^2</math></u></p> <p>а) 78 000 N, тоне  б) 1250 N, тоне  в) 1250 N, испливава  г) 78 000 N испливава</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>
<p><u>16. Сила потиска зависи од:</u></p> <p>а) густине и запремине тела потопљеног у течност  б) тежине потопљеног тела  в) густине течности и запремине потопљеног тела  г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>17. Сила потиска на тело у гасу је мања од силе потиска на исто тело у течности јер је:</u></p> <p>а) густина гаса већа од густине течности  б) густина гаса мања од густине течности  в) густина гаса једнака са густином течности  г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>	<p><u>18. Метална коцкица је потопљена у воду. Сила хидростатичког притиска на горњу страну коцкице је 3 N, а на доњу страну је 9 N. Сила потиска тада износи:</u></p> <p>а) 3 N  б) 12 N  в) 6 N  г) ништа од наведеног</p> <p style="text-align: right;">1 2 3 4 5</p>

Кључ за финални тест: 1а), 2а), 3в), 4в), 5б), 6в), 7б), 8б), 9а), 10а), 11г), 12г), 13в), 14а), 15б), 16в), 17б), 18в)

## Кратка биографија



Звездан Гађић рођен је 19.5.1980. године у Сплиту, у републици Хрватској. Основну школу „Јован Јовановић Змај“ завршио је у Сремској Митровици 1994. године, а гимназију „Иво Лола Рибар“ 1998. године. Основне академске студије физике уписује 2004. године, на Природно-математичком факултету у Новом Саду, које завршава 2008. године с просечном оценом 8,11. Исте године уписује и мастер академске студије физике на матичном факултету и завршава их с просечном оценом 8,88. Након завршених мастер студија уписује докторске академске студије студијског програма доктор методике наставе природних наука – физика, 2009 године. Од 2009. године ради као професор физике у више средњих и основних школа на подручју града Новог Сада. Тренутно је запослен у гимназији „Исидора Секулић“ у Новом Саду, као и у основној школи за васпитавање и образовање одраслих „Свети Сава“, такође у Новом Саду. Усавршавао се и на Факултету техничких наука, где је стекао звање струковног инжењера електротехнике и рачунарства.

## КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада: ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Звездан Гагић
Ментор: МН	др Соња Скубан, ванредни професор
Наслов рада: НР	Конструктивистички приступ заснован на примени мапа ума у настави физике у основној школи
Језик публикације: ЈП	српски
Језик извода: ЈИ	Српски/енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје:	Војводина

УГП	
Година: ГО	2019
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МА	Нови Сад, Природно-математички факултет, департман за физику, Трг Доситеја Обрадовића 4
Физички опис рада: ФО	Број поглавља:7/број страна:179/број литературних цитата:113/број табела:5/број слика:14/број графика:8/број прилога:6
Научна област: НО	Физика
Научна дисциплина: НД	Методика наставе физике
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Конструктивизам, мапе ума, основна школа
УДК	
Чува се ЧУ	Библиотека Департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду, Трг Доситеја Обрадовића 4
Важна напомена: ВН	нема
Извод: ИЗ	У раду је испитивано когнитивно оптерећење ученика седмог разреда из две основне школе: „Ђорђе Натошевић“ у Новом Саду и „Мирослав Антић“ у Футогу. Извршено је иницијално тестирање и формиране су две

	<p>групе: експериментална и контролна, за спровођење експеримента са паралелним групама. Пре увођења експерименталног фактора, дат је иницијални тест за ученике који су били распоређени у Е (експерименталну) и К (контролну) групу. Експериментални фактор су биле мапе ума које су карактерисале не-традиционалан метод рада у експерименталној групи, а традиционални метод рада је био заступљен у контролној групи. У експерименту је учествовало 113 ученика.</p> <p>Резултати су показали да су ученици експерименталне групе постигли веће постигнуће на финалном тестирању него ученици контролне групе.</p> <p>Ученици експерименталне групе су у већој мери перцепирали мањи ментални напор, него ученици контролне групе.</p> <p>Израчуната инструкциона ефикасност и инструкциона ангажованост ученика су много повољније у експерименталној него контролној групи.</p> <p>Резултати овог рада од значаја су наставницима физике који преферирају употребу мапа ума у школама на својим часовима, и дају потпунији увид у метод употребе мапа ума на часовима физике.</p>
Датум прихватања теме од стране НН већа: ДП	15.03.2018.
Датум одбране: ДО	
Чланови комисије: КО	председник: др Милица Павков Хрвојевић, редовни професор, Природно-математички факултет, Нови Сад  ментор: др Соња Скубан, ванредни професор, Природно-математички Факултет, Нови Сад



	<p>члан: др Маја Стојановић, редовни професор, Природно-математички факултет, Нови Сад</p> <p>члан: др Ивана Богдановић, доцент, Природно-математички факултет, Нови Сад</p> <p>члан: др Бранка Радуловић, научни сарадник, Природно-математички факултет, Нови Сад</p> <p>члан: др Оливера Гајић, редовни професор, Филозофски факултет, Нови Сад</p>
--	--

UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

<i>Accession number:</i> <b>ANO</b>	
<i>Identification number:</i> <b>INO</b>	
<i>Document type:</i> <b>DT</b>	Monograph documentation
<i>Type of record:</i> <b>TR</b>	Textual printed material
<i>Content code:</i> <b>CC</b>	Ph.D.Thesis
<i>Author:</i> <b>AU</b>	Zvezdan Gagić
<i>Mentor/comentor:</i> <b>MN</b>	Ph.D. Sonja Skuban, associate professor
<i>Title:</i> <b>TI</b>	The constructivist approach based on the use of mind maps in teaching physics in elementary school
<i>Language of text:</i> <b>LT</b>	Serbian (Cyrillic)
<i>Language of abstract:</i> <b>LA</b>	Serbian/English
<i>Country of publication:</i> <b>CP</b>	Republic of Serbia
<i>Locality of publication:</i> <b>LP</b>	Vojvodina
<i>Publication year:</i> <b>PY</b>	2019
<i>Publisher:</i> <b>PU</b>	Author's reprint
<i>Publication place:</i> <b>PP</b>	Faculty of Sciences, Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
<i>Physical description:</i> <b>PD</b>	chapters:7/pages:179/references113/tables:5/figures:14/graphics:8/appendixes:6
<i>Scientific field:</i> <b>SF</b>	Physics
<i>Scientific discipline:</i> <b>SD</b>	Didactics of Physics/Methods of teaching physics
<i>Subject/ Key words:</i> <b>SKW</b>	Constructivism, mind maps, elementary school
<b>UC</b>	
<i>Holding data:</i> <b>HD</b>	Library of Department of Physics, Faculty of Sciences, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
<i>Note:</i> <b>N</b>	None
<i>Abstract:</i> <b>AB</b>	The paper examines the cognitive load of students of the seventh grade from two primary schools: "Đordje

	<p>Natošević" in Novi Sad and "Miroslav Antić" in Futog. Initial testing was performed and two groups were formed: experimental and control, for the implementation of the experiment with parallel groups. Prior to the introduction of the experimental factor, an initial test was given for students who were divided in E (experimental) and K (control) groups. The experimental factor was the mind maps that characterized the non-traditional method of work in the experimental group, and the traditional method of work was represented in the control group. 113 students participated in the experiment.</p> <p>The results showed that the students of the experimental group achieved higher achievement in the final test than the control group students.</p> <p>Experimental group students were more likely to perceive less mental effort, than students of the control group.</p> <p>The calculated instructional efficiency and instructional engagement of students are much more favorable in the experimental than the control group.</p> <p>The results of this work are important to physics teachers who prefer the use of mind maps in schools at their classes, and give a more complete insight into the method of using mind maps in physics classes.</p>
<p><i>Accepted by the Scientific Board:</i> <b>ASB</b></p>	<p>15.03.2018.</p>
<p><i>Defended on:</i> <b>DE</b></p>	
<p><i>Thesis defend board:</i> <b>DB</b></p>	<p>President: Ph.D. Milica Pavkov Hrvojević, full professor, Faculty of Sciences, Novi Sad  Mentor: Ph.D. Sonja Skuban, associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad  Member: Ph.D. Maja Stojanović, full professor, Faculty of Sciences, Novi Sad  Member: Ph.D. Ivana Bogdanović, assistant professor, Faculty of Sciences, Novi Sad  Member: Ph.D. Branka Radulović, scientific associate, Faculty of Sciences, Novi Sad  Member: Ph.D. Olivera Gajić, full professor, Faculty of Philosophy, Novi Sad</p>