



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО – МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



ЊУТНОВИ ЗАКОНИ КРОЗ ЕКСПЕРИМЕНТЕ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

-мастер рад-

Ментор:

Соња Скубан

Кандидат:

Слађана Илић Петровић

Нови Сад, 2016.

1. Увод	3
2. Теоријски увод, Сер Исак Њутн	8
2.1. ПРВИ ЊУТНОВ ЗАКОН	9
2.1.1. Закон инерције и систем у којем делује	9
2.1.2. Експеримент	10
2.2. ДРУГИ ЊУТНОВ ЗАКОН	11
2.2.1. Дефиниција	11
2.2.2. Математичка основа	11
2.2.3. Експеримент	12
2.3. ТРЕЋИ ЊУТНОВ ЗАКОН	13
2.3.1. Дефиниција	13
2.3.2. Математичка основа	14
2.3.3. Експеримент	14
3. Њутнови закони кроз експерименте	16
ПРВИ ЊУТНОВ ЗАКОН	16
3.1. Кретање куглице дуж различитих подлога	16
3.2. „Инерција 1“ – Новчић и чаша	18
3.3. „Инерција 2“ – Кидање конца	19
3.4. „Инерција 3“ – Куглица и чаша	20
ДРУГИ ЊУТНОВ ЗАКОН	21
3.5. Оглед - „Флипер“	21
3.5. Експериментална провера другог Њутновог закона	24
ТРЕЋИ ЊУТНОВ ЗАКОН	27
3.7. Оглед – „Лет до звезда“	27
3.8. Самоходна кутија	29
4. Закључак	31
5. Литература	32
6. Кратка биграфија	33
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА	34

1. Увод

Човек се од давнина занима за свет у коме живи, људи покушавају да схвате процесе који се око њих дешавају, да их опишу и предвиде. Они почињу од ствари у непосредној близини: зашто ствари падају на земљу ако немају ослонац, које су сличности а које разлике између дрвета, леда, стакла, итд.

Физика описује свиет који нас окружује, а ми тражимо везу између различитих облика у којима нам се природа јавља кад је посматрамо. Она људима даје одговоре на бројна питања и задовољава њихову радозналост, од рођења па даље. Лабораторија је темељни извор на којем црпимо знање које нам је потребно да бисмо схватили све оно што физика проучава. У ствари идеје, концепције и дефиниције добијају прави смисао тек онда када се доведу у везу са искуством. Радом у лабораторији ученицима се омогућава непосредно упознавање физичке стварности, савладавање основних закона физике и самосталан рад. Ученици изводећи експерименте проучавају физичке феномене, а не само провјеравају познате закључке. Изводећи експерименте чији им резултати нису унапред познати, они добијају осећај личног суделовања у открићу науке. Наука и улога научника имају за њих много више смисла.

Општи циљ наставе физике је да ученици упознају природне појаве и основне природне законе, да стекну основну научну писменост, да се оспособе за уочавање и распознавање физичких појава у свакодневном животу и за активно стицање знања о физичким појавама кроз истраживања, да оформе основу научног метода и да се усмере према примени физичких закона у свакодневном животу и раду.

Савремена настава физике захтева да се природа и природне појаве изучавају кроз различите експерименте. Активност ученика током експеримента огледа се у посматрању и истраживању света око себе. Ученик се ставља у активну позицију стицања знања и вештина. Реализовањем ученичких експеримената ученик постаје активни и одговорни чинилац процеса учења.

Експерименте у настави можемо поделити у више категорија:

1. На основу циља и садржаја експеримента:

- основни,
- упоредни и
- модел експеримент.

2. На основу тога ко изводи експеримент (наставник или ученик):

- демонстрациони (изводи наставник) и

- ученички експеримент (изводи ученик под надзором наставника)

3. На основу дужине временског трајања експеримента:

- краткотрајни и
- дуготрајни експеримент.

Експерименти треба да буду једноставни, а услови при којима се изводе лако објашњиви ученицима. Употребом експеримента у настави физике постижу се бројни резултати, као што су:

- боље разумевање природе и појава у њој;
- подстиче се, стимулише и буди интелектуална радозналост ученика;
- подстиче се принцип развоја од простог ка сложеном;
- знања добијена путем експеримента су трајнија од осталих знања;
- ученик учи деловањем;
- ученик уочава јединство материје;
- боље се уочавају и схватају природне узрочно-последичне везе;
- подстиче се трансформисање стечених знања у вештине и навике;
- ученик боље разуме свет око себе;
- развијају се естетске навике и машта ученика;
- развијају се способности запажања важних момената;
- развијају се способности вршења графичке анализе;
- развија се ученичка одговорност према животној средини
- ученици лакше усвајају језик науке;

Знања која ученици данас стичу су углавном енциклопедијска, у већој мери површна, недовољно трајна и дубока. Из тих разлога савремена настава физике мора бити тако организована да се ученицима створе околности у чијим оквирима они самостално откривају већ откривена знања у науци. Таквим радом ученик се најчешће суочава са овим питањима: Шта си урадио? Шта си записао? Шта си запазио? Шта закључујеш? Да би нашли одговор на та и слична питања потребно је нешто израчунати, нацртати граф, размислити или урадити више експеримената. Важно је да оваквим поступком ученик пролази кроз све фазе рада карактеристичне за научно истраживање. На тај начин постиже се трајност знања, стичу радне навике и шири научни и технички видокруг ученика.

Метода лабораторијских радова постаје неопходна у наставном процесу, јер она најдиректније упућује ученика у свиет науке. Оспособити ученика да истражује проблеме, изврши нумеричку обраду резултата, изводи анализу и доноси закључке крајњи је циљ савремене наставе физике. Остварити тај циљ могуће је само онда ако

се ученик привикава на самостални рад у лабораторији. Једно је објаснити некакав физички феномен, а сигурно је сасвим друго омогућити ученику да тај феномен проучава.

Рад у лабораторији је метода у којој:

- се ученици срећу са одређеном физичком појавом;
- ученици стичу навику коришћења апаратура;
- ученици стичу умијеће планирања извођења експеримента; ученици стичу умеће обраде резултата експеримента и целог експеримента;
- ученици стичу техничку културу;
- ученици се уче правилном посматрању објеката и појава и извођењу закључака.

У току лабораторијског рада ученици уче да су експерименти створени као резултат идеја, да су експерименти тако замишљени да се њихови резултати могу интерпретирати и да су они непотпуни ако се не анализирају. Експерименти дају уџбенику дубину и смисао, и обрнуто, уџбеник помаже код интерпретације експеримената и води нас назад у лабораторију. То прожимање теорије и експеримената, које је карактеристично за развој науке, усмјерава ученике на пут који могу пратити.

Очигледно, физика је тешка и захтевна наука у погледу наставе. У стварању уџбеника и експеримената незаменљива је улога наставника, како у примени тако и у савршавању овог поступка. Наставнику као експериментатору се намећу многи различити захтеви. Експериментом се мора тачно приказати тражена физичка појава и односи међу физичким величинама што се при тој појави јављају. Експеримент мора бити прегледан и тако постављен да ученици уочавају управо оне појаве које су за тај експеримент битне. Ефекти експеримента морају бити уочљиви како се не би морали ученицима сугерисати. При приказивању неке законитости мора се пазити да се демонстрира управо та појава и да је она, у низу других, споредних, по својим учинцима доминантна.

Сви ови захтјеви намећу потребу за размишљањем о техници извођења експеримената у настави физике у основној и средњој школи. Наравно, треба пазити да техника не буде циљ експеримента и да не засени ефекте појаве коју желимо приказати. Техника треба да придоноси бољем извођењу експеримената, да побољшава ефекте које ученици требају посматрати и на основу њих долазити до тачно одређених закључака садржаних у циљу експеримента.

За савременог човека, дакле и ученика, није битно да памти мноштво чињеница. Веома је важно да ученици на одређеним садржајима развијају креативно мишљење, тј. да стичу самосталност у закључивању и да се навикавају властитим рамишљањем нешто сазнати и открити. Извођење експеримената пружа широку могућност да код ученика развија управо те способности.

У овом раду ћу описати неколико експеримената везаних за тему „Њутнови закони“. Када се са ученицима обрађује дата тема, због ограничења наставним планом и програмом, успе се урадити свега неколико експеримената. Наравно да то није довољно за потпуно разумевање појмова из дате теме. Да би се испунили сви циљеви наставе физике требало би наставним планом и програмом планирати што већи број експеримената. На тај начин би и занимање ученика за физику, као наставни предмет, порасло.



2. Теоријски увод

СЕР ИСАК ЊУТН

Исак Њутн рођен је 25. децембра 1642. у селу Вулздорпу у енглеској покрајини. Отац му је умро прие него што се он родио, а у његовој трећој години мајка се преудала па је о његовом васпитању наставила бринути бака с мајчине стране. Почео се школовати у околним градићима, а са десет година уписао се у гимназију у оближњем Грантхаму. За време школовања живео је у кући фармацеута Кларка, од којег је научио основе хемије и због кога је, веројатно, цели свој живот био заинтересиран за хемијске процесе. У младости је био тих и повучен, непажљив у школи, али спретан у ручном раду. Израђивао је моделе ветрењача, водене сатове, змајеве с лампама на репу и сличне изуме.

1656., након смрти свог другог мужа, Њутнова мајка враћа се у Вулздорп и одвлачи сина из школе у нади да ће од њега направити фармера. Он, пак, није показивао интереса према фарми, чак, напротив, легенда каже да су га једном нашли у грмљу, дубоко у књигама, у доба када је требао бити на тржници у Грантхаму. На срећу, Њутнов бивши наставник препознао је дечаков таленат и на крају успева наговорити његову мајку да му допусти припремити га за Кембриџ. 1661. уписао се на колеџ, где је студирао аритметику, геометрију, тригонометрију, астрономију и оптику. Пуно је инспирације, веројатно, добио и од математичара и теолога Исака Барова, који му је предавао математику на колеџу. Диплому колеџа Њутн је свечано примио у јануару 1665.

Већ исте године Њутн открива биномну теорему, а нешто касније (1669.) долази до основе диференцијалног рачуна, који назива рачуном флуksiја. 1666. долази до закључка да иста сила која узрокује падање тела на земљу, држи Месец у орбити око Земље. Из истог раздобља потичу и његова истраживања на подручју оптике, али све радове објављује двадесетак година касније.

Пошто је открио да се проласком светлости кроз сочиво, она ломи и даје спектар, сматра да телескопи с сочивима немају будућности. Први нацрт телескопа помоћу огледала израдио је већ 1663. Џејмс Грегори, али први који је саградио један такав телескоп био је управо Њутн. Било је то 1668., а телескоп је имао 3.3-центиметарско огледало и повећавао је 40 пута.

1669. постаје професор на Кемриџу, а 1671. члан (од 1703. и председник) друштва Краљевског Друштва у Лондону. 1678. издаје „Нова теорија о свјетлости и боји“, а 1686. почиње с радом на свом епохалном делу *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Математичка начела природне филозофије). Након

пребољене живчане болести, Њутн се сели у Лондон, где ће остати до пред крај живота, добива посао као управитељ ковнице новца те постаје један од осморице сталних чланова Француске Академије.

1687. издаје *Principiji*, у којој су садржана сва основна начела механике с важним применама. Године 1705. енглеска краљица Ана прогласила је Њутна витезом. Тада је он већ био једна од најзначајнијих особа британске и европске науке. Његов рад вековима после њега утицао је на развој физичке науке. Физичари нису морали дорађивати његову теорију све до XX. века. Тек је општа теорија релативности Алберта Ајнштајна показала неке случајеве код којих Њутнова теорија заказује. Међутим, она се, у случајевима посматрања само система везаног за Земљу и брзина пуно мањих од брзине светлости, у потпуности уклапа у теорију релативности.

Уз своје научне радове, Њутн је оставио и записе о теологији, хронологији, алхемији и хемији. 1725. због здравствених се разлога одселио у село Кенсингтон, где је и умро 20. марта 1727.

Сер Исак Њутн покопан је у ожујка Вестминстерској опатији чиме је постао први научник у историји којем је одана толика почаст.

2.1. ПРВИ ЊУТНОВ ЗАКОН

2.1.1. Закон инерције и систем у којем делује

Први Њутнов закон или закон инерције, био је познат већ Галилеу који га је проучавао помоћу куглица на косини. Тај закон Њутн је обликовао на следећи начин:

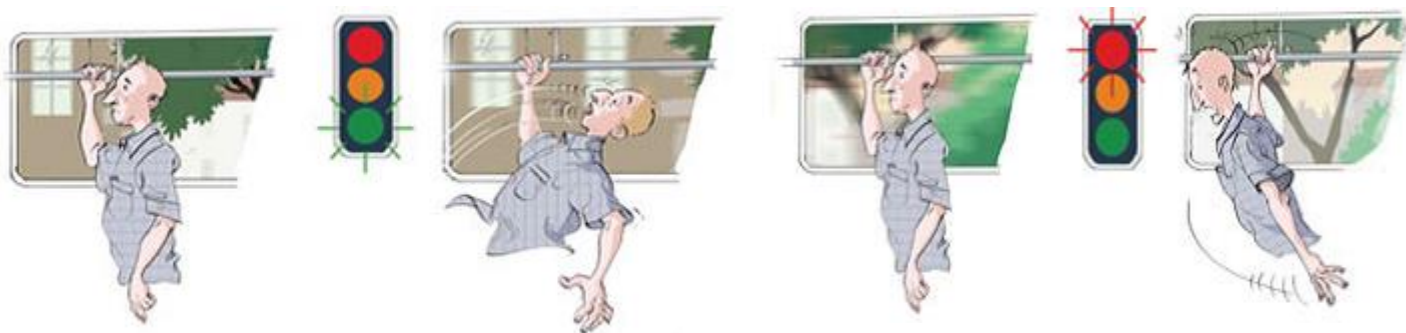
Свако тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања, све док га силе не присиле да то стање промени.

Многобројни су примери где можемо видети да овај закон заиста стоји (котрљање куглице по столу након што ју је неко гурнуо, лет фризбија након бацања и сл.). Међутим, до правог доказа ми на Земљи никад не можемо доћи, јер нам на свако тиело увек делују гравитација и сила трења. Ипак, направићемо једно испитивање где ћемо отприлике видети о чему се ради, али о томе у поглављу Експеримент.

Треба нагласити да би се закон инерције могао мало проширити: Свако тело остаје у стању мировања или равномерно праволинијског кретања док је збир

резултантних сила које на њега делују једнак нули. Уколико дође до промене деловања сила, мења се и стање тела.

Први Њутнов закон не вреди у сваком референтном систему. Тако ће се куглица која мирује на столу у возу, који се равномерно праволинијски, померити чим воз успори или убрза, иако околина при том не делује директно на њу. Систем у којима важи Први Њутнов закон, тј. закон инерције, називају се инерцијални системи. Тако нпр. воз који се зауставља чини систем убрзан с обзиром на систем Земље, па не може бити инерцијални систем. Када би се морало мало више говорити о Првом Њутновом закону могло би се донекле претпоставити да ће сваки систем чврсто везан за Земљу бити инерцијалан, али то, наравно, не би било у потпуности тачно – никада се неће моћи наћи систем у којем не би деловале никакве силе. Зато се тиме овде нећемо бавити, него ћемо само рећи да је у савршено-инерцијалном систему закон инерције основни закон кретања.



2.1.2. Експеримент

Најједноставнији доказ овог закона био би онај који је пре четири века извео Галилео с куглицом која се котрља по хоризонталној плочи и уз косину. Две су силе које требамо смањити или покушати избећи – гравитација и сила трења. Како бисмо смањили трење извесит ћемо експеримент са стакленом куглицом на стакленој подлози (коефицијент трења је најмањи између два стакла), а ради смањења гравитације узет ћемо куглицу мале масе и покушати се што више удаљити од средишта Земље.

Куглицу ћемо лагано ударити да се она почне кретати по хоризонталној подлози. Приметићемо да се она наставља кретати врло полако смањујући брзину (то смањење брзине приписаћемо чињеници да никад не можемо у потпуности отклонити силе које на њу делују). Из тога видимо да куглица устраје у свом кретању и да, ако је желимо зауставити, опет морамо на њу деловати неком силом.

Уколико сад доведемо куглицу, која се већ креће по хоризонталној подлози, на косину, она ће се брже заустављати, али свеједно неће одмах стати, односно, што косина има мањи нагиб то ће заустављање тећи спорије. Закључак је исти.

2.2. ДРУГИ ЊУТНОВ ЗАКОН

2.2.1. Дефиниција

Први Њутонов закон описује понашање тела кад на њега не јелују друга тела или кад је резултантна сила једнака нули. Други закон описује понашање тела кад на њега делује одређена спољна сила или кад је збир сила различит од нуле.

Њутн је примиетио зависност количине кретања и силе на тело те закључио:

Брзина промене количине кретања пропорционална је сили која делује и делује у смеру правца у којем та сила делује.

Он каже да ако нека сила ствара неку количину кретања, онда ће двострука сила стварати двоструку количину кретања, без обзира да ли је та сила деловала у потпуности и одмах или постепено и мало-помало.

2.2.2. Математичка основа

Тиме, дакле, Њутн претпоставља само најједноставнију везу између силе и временске промене количине кретања – пропорционалност. Математички то изгледа овако:

$$F = k \cdot \frac{dp}{dt}$$

или кад уврстимо $p = m \cdot v$

$$\vec{F} = k \cdot \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt}$$

гдје је F сила која делује на тело, k константа пропорционалности, p количина кретања, m маса, а v брзина тела. Из те се једначине већ види да, како је брзина вектор, сила мора такође имати векторску природу.

Горња једначина заправо нам највише одговара када се бавимо Ајнштајновом теоријом релативности. За брзине које су мале у односу на брзину светлости у вакууму $c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, масу можемо сматрати константом па једначину можемо писати у облику:

$$\vec{F} = k \cdot m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Већ је Галилео знао да је деривација брзине по времену убрзање, па је и Њутн могао закључити:

$$\vec{F} = k \cdot m \cdot \vec{a}$$

гдје је $\vec{a}$ убрзање кретање тела.

Овде се сусрећемо, као што смо већ рекли, с пропорционалности. Физичари воле, где је год то могуће, избором јединица константу пропорционалност свести на 1. У нашем случају, када ставимо $k=1$ добивамо једначину:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

По SI систему јединица, јединица за силу је њутн. Један њутн је дефинисан као сила која маси од једног килограма даје убрзање од једног метра по секунди.

2.2.3. Експеримент

Када желимо било што доказивати, први је корак упитати се што већ са сигурношћу знамо. У нашем случају – уколико утврдимо да се неко тело креће праволинијски убрзано, можемо са сигурношћу тврдити да на њега делује спољна сила (о томе нам говори Први Њутнов закон). Та сила је тада у некој зависности о убрзања и потребно је само проверити у каквој. Обзиром да не можемо очекивати да ће иста сила давати исто убрзање свим телима (што је заправо интуитивно јасно), можемо претпоставити да убрзање, осим о сили, зависи и од масе тела.

Посебно ћемо испитивати зависности убрзања од масе и од силе, а чинићемо то помоћу колица којима, додајући тегове, можемо мењати масу. Кольца ћемо вући по столу различитим силама које ћемо мерити динамометром.

Испитивање зависности убрзања од силе. Масу тела држимо константом, а мењамо силу којом делујемо на колица. Добијени резултати показују да је убрзање пропорционално сили, тј.

$$a \propto F \text{ уз } m = \text{const.}$$

Испитивање зависности убрзања од масе. Сада ћемо за испитивања користити исту силу и примењивати је на тело којем ћемо мењати масу. Уз прецизно мерење добијамо да је убрзање обрнуто пропорционална маси тела, или записано математички:

$$a \propto \frac{1}{m} \text{ yz } F = \text{const.}$$

Ако повежемо те две релације добијамо

$$a \propto \frac{F}{m}$$

односно, избором задовољавајућих јединица (а то су управо SI јединице – њутн за силу, килограм за масу, метар за дужину и секунда за време):

$$a = \frac{F}{m}$$

или

$$F = m \cdot a$$

Наравно да се тело убрзава у смеру деловања спољне силе, па ту једначину можемо написати и векторски:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

а то је управо оно што данас познајемо као Други Њутнов закон.

2.3. ТРЕЋИ ЊУТНОВ ЗАКОН

2.3.1. Дефиниција

Уколико ударите некога шаком, ваша шака ће такође примити ударац па ће вас боЛети. Приметио је то и Њутн. Трећи Њутнов закон, или закон акције и реакције гласи:

Деловање је увек једнако противдејству, тј. деловање два тела једно на друго увек су једнака и супротног смера.

Дакле, уколико се било које тело судари с неким другим телом и промени му било како кретање, прво ће тело у свом властитом кретању претрпети исту промену, у супротном смеру, силом другог тела. Њутн наглашава да та деловања нису једнака променама брзина, већ променама количине кретања.

Овде Њутн закључује, као што већ знамо, да нити једно тело, потпуно осамљено, не може вршити никакву силу, нити бити подвргнуто некој сили. Ако, дакле, гледамо два тела, она међусобно делују једно на друго и кажемо да међу њима постоји међудејство или напрезање. Тада он деловање једног тела назива акцијом, а деловање другог реакцијом.

2.3.2. Математичка основа

Изведено директно из дефиниције можемо рећи

$$\overrightarrow{F_{12}} = -\overrightarrow{F_{21}}$$

гдје је F_{12} сила којом прво тело делује на друго, а F_{21} сила којом друго тело реагује на деловање првог.

Међутим, ако распишемо F_1 , силу деловања првог тела као

$$\overrightarrow{F_1} = m_1 \cdot \overrightarrow{a_1}$$

а силу деловања другог тела F_2 као

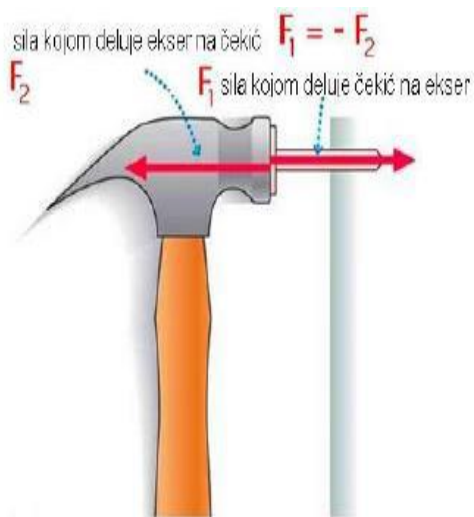
$$\overrightarrow{F_2} = m_2 \cdot \overrightarrow{a_2}$$

тада можемо закључити

$$m_1 \cdot \overrightarrow{a_1} = m_2 \cdot \overrightarrow{a_2}$$

односно

$$\frac{\overrightarrow{a_1}}{\overrightarrow{a_2}} = \frac{m_2}{m_1}$$



тј. убрзања која међусобно изазивају два тела обрнуто су пропорциона њиховим масама. Закон акције и реакције укључен је директно и у општи закон гравитације.

2.3.3. Експеримент

Будући да се ради о закону који своју примену има увек и свугде, наћи ћемо безброј примера на којима би га могли показати. Ипак, овде ће бити изнесени само неки најосновнији, они које аутори уџбеника најчешће користе, тј. они који су међу лакшима за извођење без велике апаратуре.

За почетак, учврстимо две једнаке нити за неку хоризонталну површину и пустимо их да слободно висе. Затим на једну обесимо мали, али јаки, магнет, а на другу комадић гвозђа исте масе. Ако су они међусобно превише удаљени, неће се догодити ништа, међутим, кад их приближимо на довољно малу удаљеност да привлачне силе надјачају остале силе које тренутно делују на тела (гравитација, отпор ваздуха) они ће се спојити. Сада се поставља питање које је тело привукло

које. Обзиром да су се спојили тачно на средини међусобне удаљености пре деловања силе привлачења можемо претпоставити да је магнет привлачио гвожђе истом силом којом је и гвожђе привлачило магнет. Наравно, у супротном смеру.

Уколико нас овај доказ није превише уверио извешћемо следећи. Причврстићемо два колица, K1 и K2, за два чврста вертикална држача преко динамометра и положити их једна према другима на хоризонталну површину. Сада ћемо ставити магнет на једна колица, а комад гвожђа подједнаке масе на друга. Ако колица узајамно довољно приближимо, магнетна привлачна сила надвладаће силу трења и колица ће се међусобно привући на мању удаљеност или ће се потпуно спојити. У коначном положају можемо погледати што показују динамометри којима су колица причвршћена за држаче те извести закључак, а он може бити само један – силе су једнаке!

Сада нам још само остаје питање јесу ли силе биле једнаке зато јер су масе једнаке. На то ћемо одговорити користећи претходни експеримент, мало га изменивши. Ставићемо на једна колица тег одређене масе, тако да та колица буду за толико тежа од других. Силе ће опет бити једнаке, па можемо извести закључак да се међусобно деловање два тела односи само на силе, без обзира на масу и убрзање тела у било којем тренутку.

Даљи примери могли би се дати помоћу растезања опруга, напетости нити или нормалне силе подлоге.



3. Њутнови закони кроз експерименте

ПРВИ ЊУТНОВ ЗАКОН

3.1. Кретање куглице дуж различитих подлога

Циљ:

Уочити да је кретање тела, ближе равномерном и праволинијском кретању, ако је резултујуће дејство других тела слабије.

Предзнање:

Равномерно праволинијско кретање

Појам силе трења

Појам резултујуће силе (резултујуће дејство)

Потребан прибор:

1. два лењира
2. књига
3. челична куглица
4. вунена тканина
5. пак папир
6. глатка подлога



Припрема и извођење огледа:

Два лењира поставе се на књигу, тако да им се делови са милиметарском поделом поклапају (то ће бити жљеб). На хоризонталној подлози прво постављамо вунену тканину. Са врха лењира пуштамо челичну куглицу и посматрамо кретање куглице по хоризонталној подлози. Затим поступак понављамо са другом подлогом - картон, потом са глатком подлогом (подлога стола).

Вршимо процену пређеног пута, времена кретања до заустављања, као и врсту кретања према облику путање.

Врста подлоге	Пређени пут куглице	Време кретања куглице до заустављања	Облик путање
Вунена тканина			
Картон			
Глатка подлога			

Објашњење:

Пуштањем куглице низ жљеб, увек са истог места, омогућује се да куглица увек има исту почетну брзину у тренутку преласка на хоризонталну подлогу.

Попуњавањем горње табеле лако се уочава да подлога утиче на кретање куглице.

Куглица се креће праволинијски, успорено, и у једном тренутку се заустави. То се дешава зато што на куглицу делује подлога одређеном силом у супротном смеру од брзине куглице, (сила трења). Променом подлоге мења се и сила трења, што је подлога мање храпавија, сила трења која делује на куглицу је мања. Не можемо наћи подлогу без трења, али огледи показују, када би било могуће отклонити дејство силе трења, куглица би се кретала истом брзином неограничено дуго.

Закључак:

Свако тело задржаве стање мировања или равномерног праволинијског кретања све док не интерагује са другим телом, (тј. на њега не делују силе).

Збир свих сила које делују на тело једнак је нули ако је оно у миру или се креће равномерно праволинијски.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \vec{F}_r = 0$$

Демонстрација појаве да се брзина и правац кретања тела не мењају када на њега не делују друга тела или се њихова дејства међусобно поништавају – назива се инерција. За тело које се креће равномерно и праволинијски каже се да се креће по инерцији.

Усвојени појмови:

Први Њутнов закон

Појам инерције

3.2. „Инерција 1“ – Новчић и чаша

Циљ:

Уочити тежњу тела да остане у стању мировања, то јест појаву инерције

Предзнање:

Појам силе

Потребан прибор:

1. чаша
2. комад полутврдог картона
3. метални новац

Припрема и извођење огледа:

Картон се постави на чашу, као што је приказано на слици (сл.3.3) и на њему метални новчић. Картон се нагло повуче, новчић упада у чашу.



Објашњење:

На новчић делују две силе у правцу кретања картона, сила трења и инерцијална сила, када се картон нагло повуче.

Њихова резултанта једнака је нули, $F_i + F_{tr} = 0$ а у вертикалном правцу делује сила теже и сила реакције подлоге (ове две силе се поништавају). Када се картон нагло повуче, новчићу измиче подлога, он упада у чашу под дејством силе теже.

Инерцијална сила, то је фиктивна сила инерције, није изазвана деловањем неког тела, али се њено дејство осећа. Усмерена је у супротном смеру од смера кретања подлоге то јест картона.

Инерцијалне силе су последица убрзаног кретања референтног система и делују на тела само у неинерцијалним системима. Интезитет инерцијалне силе

једнак је производу масе тела и убрзања система, правац је исти као правац убрзања система, а смер је супротан: $F_i = -ma^r$

Закључак:

Новчић тежи да задржи стање мировања, опире се промени положаја.

Усвојени појмови:

Инерција

3.3. „Инерција 2“ – Кидање конца

Циљ:

Уочити тежњу тела да остане у стању мировања

Предзнање:

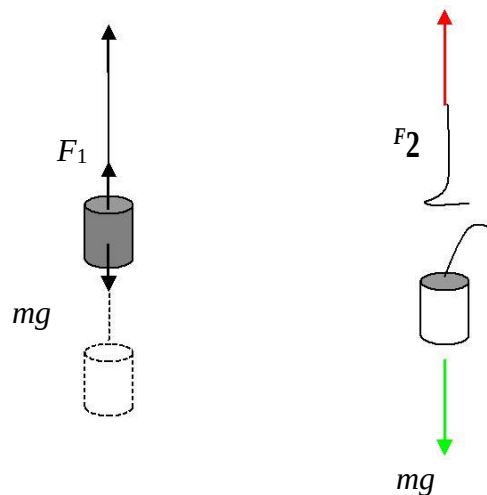
- Појам силе
- Сила теже

Потребан прибор:

1. комад тањег конца
2. тег од 1kg или 2kg

Припрема и извођење огледа:

Комад танког конца вежемо за тег, у првом случају подижемо конач и тег лагано, а у другом случају нагло повучемо конач.



Објашњење:

Кад вучемо конач са тегом, мањом силом F_1 , равномерно, конач се не кида и тег се подиже. Повучемо ли конач нагло, трзајем, силом F_2 , конач се прекида. У трнутку наглог трзаја, импулсна сила проузрокује кидање конца, а тег се опире промени стања мировања. Услед наглог трзаја на тег делује поред силе теже и фиктивна инерцијална сила чије дејство се преноси на конач и он се кида.

Закључак:

Тег се опире промени положаја, тежи да задржи стање у којем се налази.

Усвојени појмови:

Инерција

3.4. „Инерција 3“- Куглица и чаша

Циљ:

Уочити тежњу тела да остане у стању у коме се налази

Предзнање:

Основни појмови везани за кретање:

- Померај
- Пређени пут
- Брзина
- Убрзае

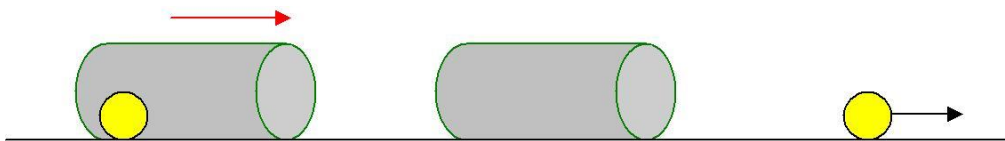
Потребан прибор:

1. конзерва или чаша
2. куглица

Припрема и извођење огледа:

Ставимо куглицу у конзерву и положимо конзерву на сто. (сл.3.6) Покренемо конзерву по површини стола са отвором окренутим напред. Затим конзерву нагло

зауставимо. Посматрамо шта се дешава.



Објашњење:

За време кретања конзерве куглица остаје непокретна као да је учвршћена за њено дно. Ако нагло зауставимо конзерву куглица ће излетети из ње и продужити да се креће у правцу ранијег кретања конзерве.

Закључак:

Куглица тежи да задржи стање у којем се налази.

Усвојени појмови:

Инерција

ДРУГИ ЊУТНОВ ЗАКОН

3.5. Оглед - „Флипер“

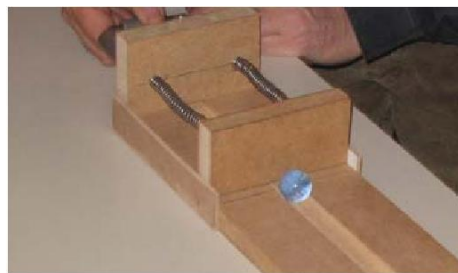
Циљ:

Наћи везу између резултујуће силе, масе тела и убрзања.

Потребан прибор:

1. Куглице истих димензија различитих супстанција (стакло и гвожђе)
2. Даска са жљебом
3. Две опруге и потезач
4. Хронометар
5. Метарска трака

Припрема и извођење огледа



Као што се види на сликама, стаклени кликер постави се на одређено место, затим се затезачем ударна дашчица помери уназад. Ако желимо да делујемо силом истог интензитета, увек је постављамо до одређене, обележене границе. Пуштамо затезач и пратимо кретање кликера. Исти поступак се понови са гвозденим кликером. Упоредимо дужину пређеног пута и време кретања стакленог и гвозденог кликера.

Ако претимо дејство сила различитих интензитета (F , $2F$, $3F$...) на једно исто тело, онда затезач више затежемо, до одређених граница, и увек делујемо на исту куглицу.

Објашњење:

У овом експерименту дејство силе трења не можемо занемарити, па ће се куглица после неког времена зауставити. Пратићемо пређени пут, време кретања кликера и процењујемо промену брзине.

кликер	сила	пређени пут	време кретања
стаклени	F		
гвоздени	F		
кликер	сила	пређени пут	време кретања
гвоздени	F		
гвоздени	$2F$		
гвоздени	$3F$		

На основу података из прве табеле, можемо видети да дејством силе истог интензитета различита тела прелазе различите путеве, то јест имају различиту промену

брзине. Значи: *Под дејством силе истог интензитета различита тела добијају и различита убрзања то јест тела имају различиту инертност.*

Промена брзине, односно убрзања, обрнуто је сразмерна маси куглица.

Ако делујемо на гвоздену куглицу силама интензитета F , $2F$, $3F$, примећујемо да се путеви разликују то јест да се повећавају, као времена кретања куглице а тиме и промена брзине.

Промена брзине, односно убрзања, управо је сразмерно сили.

Резултујућа сила која делује на неко тело, једнака је производу масе тела и убрзања, које тело добија под дејством те силе:

$$F = ma$$

Када се куглица креће по жљебу на њу делује само сила трења, која успорава тело

$$F_{tr} = ma$$

Закључак:

Тела која имају већу инертност, односно већу масу, добиће мање убрзање при дејству исте силе, од тела која имају мању инертност. Убрзање је управо сразмерно сили а обрнуто сразмерно маси тела.

Усвојени појмови:

- Инертност
- Други Њутнов закон

3.5. Експериментална провера другог Њутновог закона

Теоријски увод:

Други Њутнов закон гласи:

Сила је једнака производу масе и убрзања тела на које она делује.

У математичкој форми овај закон гласи:

$$F = ma \quad (1)$$

На слици је приказана једноставна апаратура за експерименталну проверу другог Њутновог закона. Колица се могу кретати по хоризонталној подлози. Масу празних колица означићу са m_1 и она износи x грама.

На ивици стола налази се котур преко кога је пребачена струна. Струна је једним крајем повезана са колицима. Други крај струне је повезан за малу посуду у којој се могу стављати тегови. Масу посуде означићу са m_2 , и она износи x грама.



У посуду можемо додавати тегове. Медјутим и у колица можемо додавати и одузимати тегове, и на тај начин мењати њихову масу. За изводјење ове вежбе на располагању су нам укупно 6 тегова. Поједини тегови су идентични. Поседујемо два идентична тега од којих сваки има масу од 20 грама. Тегови имају следеће масе

$$m_3 = x \text{ grama}$$

$$m_4 = x \text{ grama}$$

$$m_5 = 10 \text{ grama}$$

$$m_6 = 20 \text{ gram}$$

У посуду можемо ставити један или више тегова. Као конкретан пример узмимо да се у посуду налазе два идентична тега. Маса појединачног тега износи 20 грама. Масу оваквог система којег чине посуда и два тега означићу са M . Обзиром да је маса адитивна величина масу M израчунавамо на основу следеће једначине

$$M = m_1 + m_2 + m_6$$

, и она износи x грама.

На ову посуду са теговима деловаће гравитациона сила. Интензитет гравитационе силе која делује на овај систем има вредност

$$F_g = (m_1 + 2m_6)g$$

Ова сила се преко струне преноси на колица, и то је уствари сила F која фигурише у једначини (1)

$$F = (m_1 + 2m_6)g$$

(2)

Нека се у колицима налази један тег масе m_3 . Маса колица са тегом износи

$$m = m_1 + m_3 \quad (3)$$

Ово је маса m која фигурише у једначини (1).

На основу једначина (1), (2) и (3) добијамо

$$ma = F$$

$$(m_1 + m_3)a = (m_1 + 2m_6)g$$

$$a = \frac{m_1 + 2m_6}{m_1 + m_3}g \quad (4)$$

За интензитет гравитационог убрзања узећемо вредност

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Заменом бројних вредности за масе тегова у једначину (4) добијамо

$$a = x \text{ m/s}^2$$

Ово убрзање можемо мерити на основу времена које је потребно колицима да пређу пут. С обзиром да се колица крећу без почетне брзине, константним убрзањем важи једначина:

$$S = \frac{at^2}{2}$$

,односно

$$a = \frac{2S}{t^2} \quad (5)$$

Експерименталну проверу другог Њутновог закона можемо вршити примењујући две методе. Прва метода се састоји у следећем. Колица ће имати константну масу, а мењаћемо силу која делује на њих. Код друге методе можемо узети да на колица делује константна сила, а мењамо масу колица.

Овде ћемо примењивати само прву методу. Узећемо да се на колицима налази два тег масе m_3 и један тег масе m_4 . Масу колица са овим теговима означимо са m и она је једнака

$$m = m_1 + 2m_3 + m_4$$

У првом случају у посуду се налази тег масе m_6 , односно сила која делује на колица износи

$$F = (m_1 + m_6)g$$

На основу једначине (1) добијамо

$$(m_1 + 2m_3 + m_4)a = (m_1 + m_6)g$$

, односно

$$a = \frac{(m_1 + m_6)}{(m_1 + 2m_3 + m_4)}g$$

Обзиром да ћемо мерити више убрзања, убрзање дато једначином (6) означићу са a_1

$$a_1 = \frac{(m_1 + m_6)}{(m_1 + 2m_3 + m_4)}g$$

Када се у посуду налазе два тег а од којих сваки има масу од по 20 грама сила која делује на колица биће

$$F = (m_1 + 2m_6)g$$

, а убрзање колица имаће вредност

$$a_2 = \frac{(m_1 + 2m_6)}{(m_1 + 2m_3 + m_4)}g$$

Када се у посуду налазе три тег а чије су масе m_6 , m_6 и m_5 сила која делује на колица биће

$$F = (m_1 + 2m_6 + m_5)g$$

, а убрзање колица имаће вредност

$$a_3 = \frac{(m_1 + 2m_6 + m_5)}{(m_1 + 2m_3 + m_4)}g$$

Убрзања a_1 , a_2 и a_3 одредили смо на основу Њутновог закона. Овакав начин одређивања убрзања је динамички. Ова убрзања можемо одређивати и на основу једначине (5), али је потребно измерити одговарајуће временске интервале. Овакав начин одређивања убрзања је кинематички.

Вратимо се случају када се у посуду налази само један тег. Време које је потребно колицима да пређу растојање S у овом случају означићу са t_1 . На основу једначине (5) добијамо убрзање колица. То убрзање означићу са a_4 . Оно се одређује на основу следеће једначине:

$$a_4 = \frac{2S}{t_1^2}$$

, и треба да има исту вредност као убрзање a_1 .

Следећа варијанта експеримента била је да се у посуду налазе два тег а. Време које је потребно колицима у овом случају да пређу растојање S означићу са t_2 .

Убрзање које одредјујемо у овом случају означаћу са a_5 . Оно се одређује се на основу следеће једначине:

$$a_5 = \frac{2S}{t_2^2}$$

Оно треба да има исту вредност као убрзање a_2 .

Остала нам је трећа варијанта експеримента. Тада се у посуди налазе три теге. Време које је потребно колицима да пређу растојање S у овом случају означаћу са t_3 , а убрзање колица са a_6 . То убрзање одређује се на основу једначине:

$$a_6 = \frac{2S}{t_3^2}$$

Оно треба да има исту вредност као убрзање a_3 .

Прибор:

- 1.) Колица
- 2.) Котур са струном
- 3.) Посуда за тегове
- 4.) Скуп тегова
- 5.) Преграда за заустављање колица
- 6.) Метар
- 7.) Микрофон
- 8.) Компјутер и одговарајући програм

Упутство за рад:

Овде је потребно између осталог описати на који начин се врше мерења

ТРЕЋИ ЊУТНОВ ЗАКОН

3.7. Оглед – „Лет до звезда“

Циљ:

Учити узајамно деловање тела, реактивно кретање, кретање балона по принципу силе реакције.

Потребан прибор:

1. Балон
2. Најлон конац за пецање (око 5m)
3. Сламчица
4. Штипаљка
5. Селотејп трака



Припрема и извођење огледа:

Напумпамо балон и отвор стегнемо штипаљком, затим кроз сламчицу провучемо најлон конац. Сламчицу залепимо за балон. Затегнемо крајеве конца и одвојимо штипаљку. Посматрамо шта се дешава .



Објашњење:

Реактивно кретање се остварује на тај начин што се из балона избацује ваздух у једном смеру, а балон тада добија брзину у супротном смеру.

$$p_v = p_b$$

$$m_v v_v = m_b v_b$$

где је: p_v - импулс ваздуха, m_v - маса ваздуха, v_v - брзина ваздуха, p_b - импулс балона, m_b - маса балона, v_b - брзина балона. Погонско гориво је ваздух. Брзина балона након избацивања ваздуха је:

$$v_B = \frac{m_v}{m_b} v_v$$

Величина брзине истицања ваздуха v_v из балона, у коме влада неки притисак p_1 и ако је спољашњи притисак p_{at} (нормални атмосферски притисак), уз услов да је $p_1 > p_{at}$, добија се применом Бернулијеве једначине:

$$v_v = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_{at})}{\rho_v}}$$

Притисак p_1 може да се одреди помоћу Бојл –Мариотовог закона, где је ρ_v (- густина ваздуха) = 1,293 kg/m³

Заменом v_v у израз за v_b добија се израз за брзину балона.

Закључак:

Покретање балона врши реакција ваздуха који делује унапред и потискује балон. Излазак гасова врши се континуално са сталном брзином v_v . Сила F која потискује ракету унапред је према другом Њутновом закону :

$$F = \frac{\Delta(m_v v_v)}{\Delta t} = \frac{\Delta m_v}{\Delta t} v_v$$

Погонска сила ракете зависи од количине избаченог ваздуха у јединици времена и од брзине изласка ваздуха.

Усвојени појмови:

- Сила акције и сила реакције
- Реактивно кретање

3.8. Самоходна кутија

Потребан материјал:

- мања кутија без поклопца
- балон
- кликери или пластични колутови
- штипаљка
- маказе

Извођење огледа:

Распоредити пластичне колутове на подлози, направити отвор на кутији (помоћу маказа). Ставити балон у кутију и провући грлић балона кроз направљени отвор. Надувати балон и затворити грлић штипаљком. Ставити кутију на колутове и испустити ваздух из балона (склонити штипаљку).

Посматрати шта ће се догодити. Кутија ће се покренути.



Објашњење:

Када се штипаљка скине с балона, ваздух излази под дејством силе еластичности балона, то је сила акције, па се кутија покреће у супротном смеру у односу на смер истицања ваздуха као последица деловања силе реакције.

Овај оглед показује деловање сила акције и реакције, а такође за старије разреде може да послужи као оглед за закон одржања импулса:

Импулс ваздуха који излази из балона је p_v . У почетном тренутку, пре скидања штипаљке систем (кутија са балоном) мирује и његов импулс је $p_k = 0$. После скидања штипаљке кутија с балоном добија импулс у супротном смеру. На основу закона одржања импулса биће:

$$\vec{p}_k = \vec{p}_v + \vec{p}'_k$$

$$0 = \vec{p}_v + \vec{p}'_k$$

$$\vec{p}_v = - \vec{p}'_k$$

Зато кутија с балоном добија импулс у супротном смеру од смера истицања ваздуха и котрља се преко кликера све док се услед трења не заустави. Значи, укупан импулс система пре и након испуштања ваздуха из балона се не мења.

4.Закључак

Јабука не пада далеко од стабла, кажу људи. Приметили су то и антички Грци, али њихов талент није био довољан да открију зашто. Учинио је то сер Исак Њутн, тек у 17. веку. Међутим, морам свакако нагласити да веројатно нити он не би сам дошао до открића за која је заслужан, да није било свих његових претходника који су му тако лепо приредили пут, да је он морао само доћи, видети и препустити генију у себи да победи.

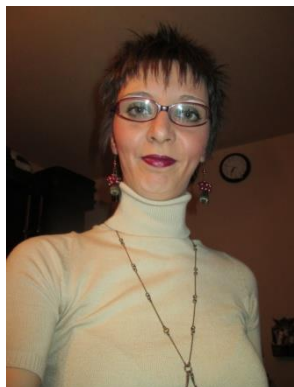
Да није било Њутна, у свемиру би и дан данас владали исти они закони који су владали и прије него их је сер Исак открио, само ми можда још не би знали за њих. И наш напредак без основних закона кретања не би могао никуда. У овом раду изнела сам само мали делић Њутновог животног дела – онај део који се уско веже уз динамику и једноставно кретање.

Сер Исак Њутн једна је од најзначајнијих личности светске историје и, верујем, док је света биће пуно људи који ће писати о њему, а мало оних који неће никад за њега ни сазнати. Толико му ваљда дугујемо.

5. Литература

1. Душанка Ж. Обадовић, Маја Стојановић, Милица Павков Хрвојевић: Једноставни огледи у физици 7. разред основне школе, Завод за уџбенике Београд, 2007
2. Душанка Ж. Обадовић, Маја Стојановић, Милица Павков Хрвојевић: Једноставни огледи у физици 6. разред основне школе, Завод за уџбенике Београд, 2007
3. Милан О. Распоповић, Дарко В. Капор: Физика, приручник за наставнике за 6. разред основне школе, Завод за уџбенике Београд, 2005
4. Бојана Никић, Наташа Чалуковић: За радозналост ђака физика је лака, Круг Београд, 2005
5. С. Антић, Р. Јанков, А. Пешикан, Како приближити деци природне науке кроз активно учење, Институт за психологију Филозофског факултета у Београду, Београд, 2005
6. Т. Петровић, Дидактика физике, Физички факултет Универзитета у Београду, Београд, 1993
7. Супе Иван, Повијест физике, Школска књига, Загреб, Загреб, 1990.
8. Паић, Младен, Основе физике, уџбеник Свеучилишта у Загребу, свезак 1 (Гибања, силе, валови), свеучилишна наклада, Загреб, 1987.
9. Кулишић, Петар, проф. др. сц., Механика и топлина, уџбеник Свеучилишта у Загребу, Школска књига, Загреб, Загреб, 2002.
10. Којић, Милош, Уџбеник Универзитета Светозар Марковић у Крагујевцу, Динамика (Теорија и примери), Научна књига, Београд, Београд, 1991.
11. <http://fizika9maj.weebly.com/>
12. https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%B0%D0%BA_%D0%8A%D1%83%D1%82%D0%BD
13. <http://www.seminarski-diplomski.co.rs/index.html>
14. <http://www-old.newton.ac.uk/newtlife.html>
15. <http://fizikalac.wixsite.com/fizikalac/isak-njutn-biografija>
16. <http://fizika678.weebly.com/>
17. <http://kluszeljka.weebly.com/>

6. Кратка биграфија



Слађана Илић, рођена 17.08.1985. године у Јагодини.

Завршила је основну школу „17. Октобар“ и гимназију „Светозар Марковић“ у Јагодини. 2004. године уписала Природно-математички факултет у Новом Саду, смер професор физике. 2014. године завршава основне академске студије и уписује мастер академске студије Професор физике.

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

Монографска документација

ТД

Тип записа:

Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада:

Мастер рад

ВР

Аутор:

Слађана Илић Петровић

АУ

Ментор:

Др Соња Скубан

МН

Наслов рада:

НР

Језик публикације:

српски (ћирилица)

ЈЗ

Језик извода:

српски/енглески

ЈИ

Земља публикавања:

Република Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина

УГП

Година:

2016

ГО

Издавач:

Ауторски репринт

ИЗ

Место и адреса:

Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад

МА

Физички опис рада:

ФО

Научна област:

Физика

НО

Научна дисциплина:

Методика наставе физике

НД

Предметна одредница/кључне речи:

Њутнови закони, експерименти, настава физике

ПО

УДК

Чува се:

Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду

ЧУ

Важна напомена:

Нема

ВН

Извод:

У овом раду објашњен је значај експеримената у унапређењу наставе физике кроз Њутнове законе

ИЗ

*Датум прихватања теме од НН
већа:*

08.09.2016

ДП

Датум одбране:

27.09.2016

ДО

Чланови комисије:

КО

Председник:

др Маја Стојановић, ванредни професор

члан:

др Федор Скубан, доцент

члан:

др Соња Скубан, ванредни професор, ментор

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph publication

DT

Type of record:

Textual printed material

TR

Content code:

Final paper

CC

Author:

Sladana Ilić Petrović

AU

Mentor/comentor:

Dr Sonja Skuban

MN

Title:

TI

Language of text:

Serbian (Cyrilic)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Republic of Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2016

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

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

PP

Physical description:

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Methodisc of teaching physics

SD

Subject/ Key words:

Newton's laws, Experiments, Teaching Physics

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

none

N

<i>Abstract:</i>	This paper explains the significance of the experiment in improving the
AB	teaching of physics through Newton's laws
 <i>Accepted by the Scientific Board:</i>	 08.09.2016.
ASB	
<i>Defended on:</i>	27.09.2016.
DE	
<i>Thesis defend board:</i>	
DB	
<i>President:</i>	dr Maja Stojanović, associate professor
<i>Member:</i>	dr Fedor Skuban, assistant proffesor
<i>Member:</i>	dr Sonja Skuban, associate professor