



University of Stuttgart  
Germany

# Физика у твојим рукама

Септембар 11-29, 2017

Галерија науке и технике  
САНУ

Spiel der Kräfte



ЦЕНТАР  
ЗА  
ПРОМОЦИЈУ  
НАУКЕ



СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ  
Галерија науке и технике





## Садржај

|  |   |
|--|---|
| Драги посетици! .....                      | 4 |
| Фундаментална истраживања у јавности ..... | 5 |

### Experiments overview

|   |    |
|---|----|
| Леонардов мост .....                      | 6  |
| Проходни лучни мост .....                 | 7  |
| Вртложни топ .....                        | 8  |
| Цртање клатном .....                      | 9  |
| Извор у чинији воде .....                 | 10 |
| Магични кофер .....                       | 11 |
| Ротирајућа столица .....                  | 12 |
| Magnetic landscape .....                  | 13 |
| Вртложне струје.....                      | 14 |
| Ферофлуиди .....                          | 15 |
| Сто за поларизацију светлости .....       | 16 |
| Мешање боја .....                         | 17 |
| Сенке у боји .....                        | 18 |
| Тродимензионалне сенке .....              | 19 |
| Плазма кугла.....                         | 20 |
| Замрзнута сенке .....                     | 21 |
| Пробајте код куће и ово - Оптика .....    | 22 |
| Пробајте код куће и ово - Магнетизам..... | 23 |
| Пробајте код куће и ово - Механика.....   | 24 |
| Пробај ово код куће – Механика.....       | 25 |
| Средства за Наука лроз забаву .....       | 26 |
| Штампање и заслуга.....                   | 27 |



## Драги посеточи!

*„Игра је најбољи начин истраживања“*

ALBERT EINSTEIN

Позивамо вас да откријете фасцинантни свет феномена из физике са практичним експериментима на изложби. Истражите чуда статике, магнетизма, механике исветлости. Не оклевајте да постављате питања, преиспитујете одговоре на питања, и сами откријте како функционише свет физике.

Књижица даје неке основне податке о физичким принципима на којима су засновани експерименти и водити вас кроз изложбу.

У додатку ћете наћи збирку експеримената које можете да урадите у школи или код куће, као и листу адреса на којима су интересантни подаци о физици у свету.

Лепо се проведите током експеримената !

Институт за физику, Београд  
др. Брана Јеленковић  
Марија Ђурчић  
Иван Радојичић

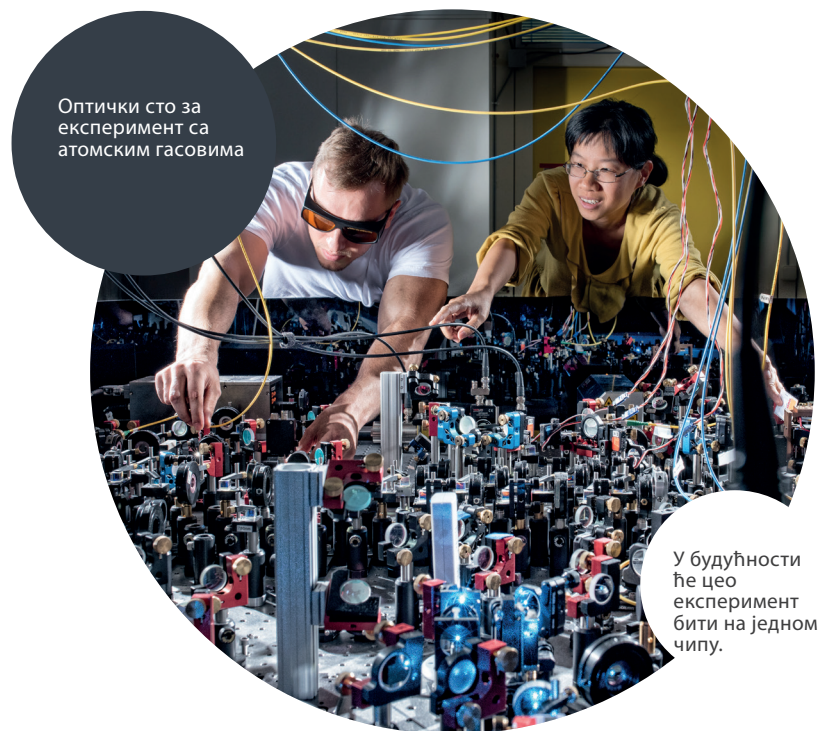
Српска академија науке и уметности,  
Галерија науке и технике  
Бојана Божић Хреља  
Андреа Раичевић

Универзитет Штутгарт  
„Spiel der Kräfte“  
Проф. др. Tilman Pfau, Dr. Robert Löw, Karin Otter

Центар за промоцију науке  
др. Тања Аднађевић,  
руководилац одељења за програмске активности

## Фундаментална истраживања у јавности

*за науку боље разумемо*



Оптички сто за експеримент са атомским гасовима

У будућности ће цео експеримент бити на једном чипу.

„SPIEL DER KRÄFTE“  
ИЗЛОЖБА И ШКОЛСКА  
ЛАБОРАТОРИЈА

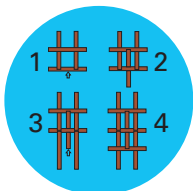
Од 2003. године развијамо и представљамо једноставне експерименте из физике за широку публику. Ово је збирка експеримената у области механике, оптике, магнетизма, квантних феномена и многих других области релевантна за темељно истраживање у нашим лабораторијама. Људи свих узраста су позвани да истражују физичке појаве и да са нама поделе наш ентузијазам за физику.

## Леонардов мост

*Изградите мост без шrafoва, ексера или конопца.*



Цртеж самоносивог војног моста који је урадио Леонардо да Винчи (Codex Atlanticus, folio 71 verso: DEA/ Veneranda Bibliotheca Ambrosiana)

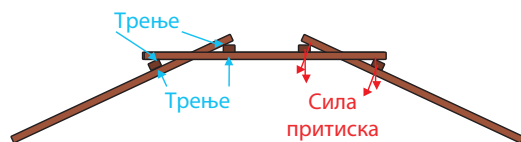


Први кораци у изградњи Леонардовог моста

### Принцип рада

Јединствена структура овог моста чини себе одрживом без икаквих држача или конектора. Ову конструкцију осмислио је Леонардо да Винчи, који је 1483. године написао: „Могу градити мостове, лако преносиве са једног места на друго, уз помоћ којих ћу гонити летеће непријатеље.”

Сама тежина моста и трење чине га одрживим; што га више оптеретите, то ће бити стабилнији. Упознајте се са брилијантношћу Леонардовог дизајна конструисањем моста према оригиналном цртежу. Почните са малим мостом састављеним од само два модула, а затим га корак по корак увећавајте. За изградњу овог моста нису потребни лепак, ексери или шrafoви, али је неопходна вештина.



### Примене у свакодневном животу

Принцип само-закључавања Леонардовог моста сусреће код картонских кутија које се склапају од делимично спојених страница.

## Проходни лучни мост

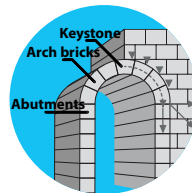
*Пошто направите лук на носачу, проверите дали може да издржи вашу тежину.*



Арменска базилика изграђена је између 5. и 7. века у селу Одзуну

### Принцип рада

Римљани су користили камење. Једна од најпознатијих примера њихових творевина јесте аквадукт Pont du Gard, близу Нимеса, у Француској. Изграђен пре рођења Христа, мост се одржава само малтером у свом горњем слоју; камење у остатку структуре остаје стабилно услед силине снаге властите тежине. Лучни мост је полукружна структура са потпорним зидовима на оба краја. Дизајн лука, полукруг, преусмерава тежину на потпорне зидове. Лучни мостови су увек под компресијом. Сила компресије се преноси дуж кривине лука према потпорним зидовима.



Принцип на коме је израђен лучни мост

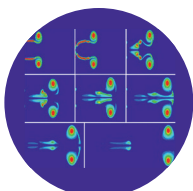
Наш модел моста има трапезоидне опеке које заједно формирају скоро полукруг. Ако би камење било кубичног облика, не би се могло међусобно одржавати. Свака цигла је са свих страна, 'обгрљена' околним циглама. Последње цигле су фиксиране на плочи и држе цели мост. Тежина усмерена на доле има две компоненте које су усмерене ка бочним угаоним странама. Одавде се силе преносе ка следећој цигли, и на тај начин се усмеравају вертикално ка земљи. Мали померај цигле може проузроковати колапс овог осетљивог система.

## Вртложни топ

*Направите прстен од ваздуха*



То је дим у бубњу што чини вртлог прстенавидљивим.



Слика показује еволуцију формирање вортексног прстена током времена



Делфини се забављају правећи вортексне прстене у води

### Принцип рада

Кратак ударац по дну бубња довољан је да се у ваздуху формирају фигуре у облику прстена или ђеврека – облик који се назива вртложни прстен (вортекс) – који је довољно снажан да на неком растојању угаси свећу.

Пошто је ваздух потиснут ударцем као из топа, брзина простирања није свуда иста, већ се успорава на ивици отвора, разлика у брзини ваздуха на излазу прави вртложни прстен који личи на ђеврек. Наиме, честице у ваздуху скупљају се по ивици излаза. У средини отвора ваздух брже излази али пошто је успорен споријим ваздухом на крајевима отвора, почињу да се праве вртлози. Створили смо вртлог.

Овај вртлог се креће врло стабилно и релативно споро кроз ваздух и може да угаси свећу или да залепрша траке. У средини вртлога ваздух се простира много брже. Када притисак у бубњу који је настао после удара по њему нестане после неког времена, тада нагло престаје и кретање ваздуха.

### Примене у свакодневном животу

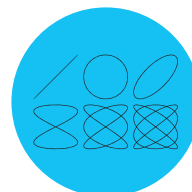
Примери вртлога у стварности могу се видети код вулкана или на авионским крилима. Вртлози или вортекси, имају облик прстена, су појаве које настају када се у гасовима или течностима стварају чворови или вртлози. Физика вортексних прстена је исто као и она услед које настаје торнадо, или ерупција вулкана.

## Цртање клатном

*Посматрајте како оловка исцртава шаре када покренете два клатна.*



Најинтересантије сликесе цртају када промените правацклатке после првеосцилације.



Лисажове фигуре настају када се две синусне кривинесу под правим углом.

### Појашњење ефекта

Најзанимљивије слике настају када промените смер кретања клатна након прве осцилације.

Плоча и оловка причвршћени су на клатна која могу независно да осцилују. Када кажемо да су осцилације хармонијске, то значи да што више удаљите клатно од тачке мировања, већа ће бити повратна сила.

Када померите оба клатна из почетне тачке, а затим их пустите, свако клатно осцилује у само једном смеру. Али, ове две осцилације имају различите фреквенције, па комбинација њихових истовремених кретања може проивести низ закривљених облика.

Ти су облици познати као Лисажови ликови. Названи су по француском физичару Жил Антоану Лисажуу (1822-1880).

Услед трења између папира и оловке кретање се успорава и, мало по мало, слика се смањује.

### Примена у свакодневном животу

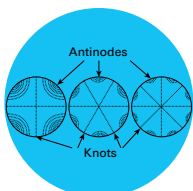
Неке од облика које створите са клатном могу да се добију и на осцилоскопу. Осцилоскопи су лабораторијски инструменти који се користе за приказ и анализу амплитуде електронских сигнала. Положај тачке на екрану одређују два наизменична сигнала, један који води ка вертикалном (X) и други који омогућава хоризонтално померање (Y). То визуализује односи змеђу два осцилујућа сигнала. Сигнали доведени на улазе осцилоскопа ће произвести Лисажове фигуре. Када се на дисплеју појави стационарна елипса, значи да та два наизменична сигнала имају исту фреквенцију.

## Извор у чинији воде

*Лагано трљајте полирани део ручки влажним длановима.*



Вежбањем можете да остварите млаз воде из чаше и до 30 cm висине.



Чворови показују мало кретање воде док је у трбуху максимално кретање воде.

### Појашњење ефекта

У почетку ће се чути зујање, а затим ћете уочити таласе на површини воде. На тај начин се створени занимљиви интерференциони обрасци. Такође, пробајте да мењате јачину трљања или трљајте рукама у супротним смеровима.

Принцип рада овог необичног звучног извора исти је као онај који важи за напуњену винску чашу, којом се могу произвести звуци кратањем прстију по њеним рубовима, само што је бронзани материјал погоднији за постизање резонанце. Феномен је уско повезан са Хладнијевим плочама, названим по природњачком научнику Ернсту Флоренсу Хладнију (1756-1827.).

На воденој површини у чинији две или више вибрирајућих равни дијагонално се преклапају, формирајући стојеће таласе и стварају четири, шест или осам уочљивих, вибрирајућих чворишта. Попут звона, water spring bowl-a(?) такође садржи целу звучну скалу која је одговорна за тонални спектар звука, од којих се, у зависности од начина на који се, 'свира', може чути један или други.

## Магични кофер

*Подигните кофер и покушајте да се окренете.*



Нагињање кофера или покушавај да ходате у кругу постаје изазовно када је обртни жirosкоп унутра.



Држите точак док га друга особа врти што је брже могуће.



Прекоокеански број који припада компанији Lloyd, liner „Conte di Savoia“ опремљен жirosкопом типа Spreng ради стабилизације на морским таласима.

### Принцип рада

Када подигнете кофер и покушате окренути руку, очекује вас изненађење: Овај кофер "реагује по својој вољи" и неће се обавезно померати онако како желите.

Тајна овог кофера је сакривена унутар њега. Замајак у коферу ротира попут жirosкопа брзином од неколико хиљада окретаја у минути. Због велике угаоне брзине и његове тежине, овај жirosкоп има велики угаони момент. То узрокује високу стабилност оса. Чак и слаби ударци га не могу избацити из равнотеже.

Ако га поставите на ивицу, неће пасти, већ ће покушати да се стабилизује у овом нагнутом положају, противећи се сили гравитације. Покушајте да окренете кофер и осетићете снажан отпор, јер се жirosкоп великом снагом супротставља промени правца.

Испробајте и шта се дешава ако држите точак који се врти док седите на столицу која се врти. Точак се одупире вашим напорима да му промените осу ротације, и истовремено столица почиње да се окреће. Нагните точак у другом правцу и столица ће почети да ротира у другу страну.

### Примена у свакодневном животу

Овај ефекат се користи за стабилизацију прекоокеанских бродова на великим таласима. Жirosкопски ефекти вам исто тако помажу да одржите равнотежу током вожње бициклом.

## Ротирајућа столица

*Окрећите се као клизачи на леду*



Hold the wheel while another person gets it spinning as fast as possible.

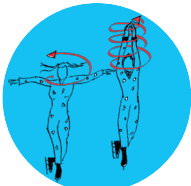


Figure skaters draw their arms and leg inward and speeds up by changing their rotational inertia.

### Принцип рада

Седите на столицу са тегом у свакој руци и са испруженим рукама. Нека неко почне да вас полако ротира, затим брзо повуците тегове ка себи и приметите да ротирате много брже.

Клизач на леду вртећи се на врху клизаљке почиње да се драматично брже окреће када приближи руке телу. Исто се догађа и вама на ротирајућој столицу. Клизач који се ротира на леду је демонстрација одржања момента импулса. Њутн је установио да тело у покрету има тенденцију да остане у покрету, у правцу и са константном брзином, осим уколико на њега не делује нека сила. Данас ово запажање називамо законом о одржању импулса. Импулс неког тела је производ његове масе и његове брзине.

Постоји еквивалентни закон и за тела која ротирају. Ротирајуће тело има тенденцију да настави да ротира са константним моментом импулса, осим ако на њега не делује нека спољашња сила. Дефиниција момента импулса је нешто сложенија од дефиниције импулса. Момент импулса је производ две величине познате као угаона брзина и момент инерције. Момент инерције зависи и од масе објекта и од тога како је та маса распоређена.

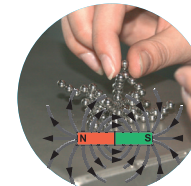
Ако на кретање ротирајућег система не утиче спољашња сила, тада момент импулса остаје конзервиран, тј. остаје непромењен. Када су вам руке испружене део вашег тела има сразмерно велику удаљеност од центра ротације. То значи да је момент инерције велики, док је угаона брзина ипак мала. Што више приближавате руке телу момент инерција се самњује, а брзина се повећава.

## Предео са магнетом

*Покушајте да направите куће, дрваће, мостове помоћу челичних куглица.*



The table hides magnets of different strengths which produce an invisible landscape.



Magnetic flux lines of an rod magnet.

### Како то функционише?

Пластичне кутији испуњене гвожђем изненада постају живе када померате кутију на магнетном пејзажу.

Ваше цигле су челичне кугле и гвоздени пуњење. На подлози на којој можете да нешто направите постоје јаки магнети. Они привлаче ваше лоптеи прашину. Можете да осетите привлачење и пре него што лоптице додирну магнет. То је због магнетног поља приказуемо линијама магнетног флукса. Ове линије полазе из магнета и иде по цијелом амбијенталном простору. Пустите да лоптице осете магнетну силу и на некој удаљености. Гвоздено пуњење ће се поравнати са правцем магнетног поља тако да се оцртавају облици поља.

Челичне лопте су феромагнетне. То значи да их привлаче магнети и да су магнетизују. На овај начин лоптице постају магнети и могу да магнетизују и привлаче друге лопте. Ово функционише само докле год се налазе умагнетско поље трајних магнета.

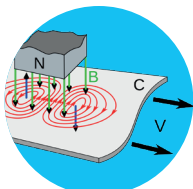
Материјал за магнетизацију састоји се од пуно малих магнета. Ови се називају молекуларни магнети. Када материјал није магнетизован, молекуларни магнети нису оријентисани у истом правцу. Ако примените спољно магнетно поље тако што доведете сталан магнет близу вашег магнетизујућег материјала, молекуларни магнети се оријентишу према спољашњем пољу. Сада је материјал сам по себи магнетан.

## Вртложне струје

*Баците комаде метала између два реда јаких сталних магнета.*



Метални комади док падају бивају успорени магнетом



Вртложне струје (означене црвеном бојом) индуковане у плочи од проводног метала (C) који се креће испод магнета (N).



Вртложне или Едијеве струје успоравају посетиоце при слободном паду пада у торању на Волксфесту у Штутгарту.

### Принцип рада

Приметићете да ће неки комади пасти брзо, док ће други наизглед лебдети на свом путу до земље. Покушајте и да брзо померате металне комаде горе, доле, и осетите разлику у снази.

Нису сви метални делови магнетни. Чим испустите метал између магнета или га померите горе-доле магнетно поље индукује вртложну струју. Ова струја генерише магнетно поље које је супротне оријентације од магнетног поља сталних магнета. Ова поља се међусобно одбијају и на тај начин успоравају пад метала. Брзина пада је различита за различите типове метала. Она зависи од тога колико добро метал проводи електричну струју. Што је проводност боља, то су јачи вртложна струја и магнетно поље. Услед снажне вртложне струје, метали ће се више успоравати и биће вам потребно више снаге да их померате између магнета. У свакодневном животу: Кочнице које се заснивају на претходно појашњеном ефекту се користе када је потребно лагано укочити, нпр. током вожње тобоганом. Такође, возови који постижу велику брзину, имају овај тип кочница. Још једна предност овог типа кочница је да, будући да нема директног контакта између материјала, нема ни абразије. **Трка вртложних струја:** Погледајте како изгледа, 'трка' магнетних прстенова низ различите шипке и покушајте да погодите низ коју шипку ће спуст бити најбржи. На располагању су вам следеће шипке: алуминијумска, бакарна (једна цев) и једна шипка) месингана, пластична и дрвена. Приметићете да магнети падају спорије низ металну шипку него низ друге. Разлика у брзини за различите типове метала је последица разлике у електричној проводљивости. Када се магнет пусти низ металну шипку, променљиво магнетно поље индуковано од стране падајућих магнета, 'гура' електроне металне шипке око кружних, вртложних струја. Ове вртложне струје имају своје магнетно поље које тежи да спречи пад магнета.

## Ферофлуиди

*Притисните дугме да покренете експеримент.*



Посматрајте како линије магнетних поља савијају око магнетног конуса и формирајући распоређене шилке.



Фотографија ферофлуида под утицајем магнета.

### Принцип рада

Флуиди (течности) који су претходно мировали почеће да се крећу уз метални калем. На облик и кретање ферофлуида може се утицати променом „снаге“ која производи магнетно поље. Посматрајте како се линије сила магнетног поља криве око магнетног конуса и формирају распоређене шилкове.

Ферофлуиди су магнетне течности у чијем саставу нанометарски делићи (величине 0,000001 мм) гвожђа или различитих оксида гвожђа (колоидни раствор). Наночестице су премазане активним материјалом како би спречили њихово нагомилавање.

Када није присутно магнетно поље честице су насумично распоређене. Када се притиском на дугме укључи магнетно поље, магнетни моменти честица се оријентишу у правцу магнетног поља и бивају привучени њиме. На тај начин честице бивају привучене ка металном калему и померају се навише. Када вредност јачине магнетног поља пређе неку критичну вредност, течност почне да формира шилкове, јер честице почињу да се међусобно одбијају. Површински напон течности држи честице на окупу и не дозвољава да се шилци распадне.

У свакодневном животу ферофлуиди се користе за течно заптивање компјутерских хард дискова или као материјали за звучнике који служе за пригушивање звука.

### Примена у свакодневном животу

Ферофлуид је први пут развијен 1963. године од стране НАСА док се експериментисало са различитим методама за контролу течности у условима нулте гравитације у свемирским условима. Од тада се користи у неколико практичних апликација. Побољшава квалитет звука у врхунским звучницима, штити рачунарске дискове и користи се као заптивна супстанца у индустрији.

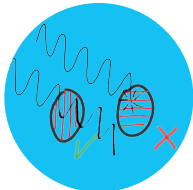


## Сто за поларизацију светлости

*Отркијте дивне боје у платици помоћу поларизационог филтера.*



Поларизујући филтри показују обојене шаре упрозирној пластици изаженојнапрезању.



Поларизована светлост пролази крозфилтер само уколико таласиосцилују у правцу који је одредио сам филтер.

### Појашњење ефекта

Држите један од поларишућих филтера преко другог и међусобно их окрећите, све док светлост више не може да прође. Ставите комад пластике испод једног филтера и покушајте га савити. Видећете шарене обрасце боја.

Када светлосни талас осцилује у сваком правцу, зовемо га неполаризованим. Ако, међутим, осцилује у само једној равни, кажемо да је линеарно поларизован (што је случај са светлосћу која прође кроз наш поларизациони сто(?)).

Да би се неполаризована светлост поларизовала, може се искористити поларизациони филтер. Можете га замислити као решетку с уским прорезом. Када неполаризовани талас наиђе на решетку, може проћи само онај део који осцилује у правцу процепа. Ако ставите два филтера један на други, светлост уопште неће моћи да прође.

Када савијете пластику испод једног поларизационог филтера, можете уочити шаре различитих боја. Разлог за то је што искривљени материјал поларише сваку боју светлости неједнако. Ово је корисно за проверу напрезања у материјалима.

Где можете пронаћи поларизовану светлост?Светлост сунца је неполаризована. Али, на свом путу кроз атмосферу, расејава се на молекулима ваздуха и то доводи до делимичне поларизације.

Такође, светлост која се одбија од површине воде је поларизована. Стога се поларишући филтери користе у фотографији и за сунчане наочари, како би се избегле рефлексије.

Такође, неке животиње имају нешто попут поларизујућег филтра у својим очима. На тај начин, на пример, чапље могу видети рибу кроз површину воде.

## Мешање боја

*Промените интензитет светлосних лампи и посматрајте шта се дешава.*



Погледајте ближе и пажљиво боје пиксела у тракама различитих боја.

### Принцип рада

Пробајте да добијете различите боје мешањем три елементарне: плаве, црвене и зелене. Промените интензитет светлосних лампи и посматрајте шта се дешава.

Када се говори о мешању боја, пигмент се разликује од светлости. До сада сте вероватно навикли да мешате боје као пигменте – попут водених боја. Овде се боје "одузимају". Што више боја додате, мање интензитета добијете, тј. приближавате се црном, одсуству боје. Код пигмената се, на пример, мешањем плаве и жуте добија зелена.



Штампач користи друге боје при мешању боја него монитор.

Код светлости је другачије. Што више боја додајете, ближе сте белој, збиру свих боја. Уз црвено и зелено светло добијате жуто, црвено и плаво дају љубичасто, а плаво и зелено тиркизно светло.

### Мешање боја у свакодневном животу

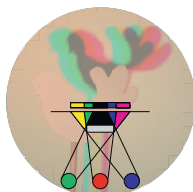
Боје на ТВ екранима се исто производе мешањем три елементарне боје. Сваки пиксел на екрану се састоји од три различита луминесцентна материјала (црвеног, зеленог и плавог).

## Сенке у боји

*Занимљиве ствари се догађају када светла у боји бацају сенке.*



Колико различитих боја можете да остварите у сенци?



Једна боја која пада на зид прави само једну, црну сенку. Потребно јенајмање још једно светло другачије боје да би добили шарене сенке.

### Појашњење ефекта

Погледајте како изгледа Ваша сенка када стојите испред места осветљеног светлом у боји. Проверите шта се догађа користећи само једно светло, два или сва три заједно.

Једна светлосна тачка баца црну сенку, без обзира које је боје светлосни извор. Претпоставимо да имате црвено и зелено светло. Изгледа као да зелено светло баца црвену сенку, а црвено баца зелену сенку. Шта се то догађа?

Покушајте да размишљате о сваком подручју појединачно. На пример, нека и црвено и зелено светло обасјавају исту регију. Можда се чини чудним, али када се мешају боје светлости, црвена и зелена дају жуту. Али, ту је и регија до које ниједно од светала не може доћи, па видимо црну сенку. У другој регији сија црвено светло, али зелено је блокирано Вашим телом. Ево још једног начина да размишљате о овоме: са овог места можете видети црвену лампу, али не и зелену. Управо супротно важи за област у којој је блокирано црвено светло.

Са сва три светла укључена, Ваше тело баца сенку у седам различитих боја: једну црну, потпуну сенку, три тамне полусенке у боји лампи – црвену, зелену и плаву, као и три светле сенке у бојама које су комплементарне бојама лампи – жутој, тиркизној и љубичастој.

## Тродимензионалне сенке

*Како се појављују тродимензионалне сенке?*



Црвено-зелене наочаре омогућавају утисак три димензије.

### Појашњење ефекта

РСтавите црвене и зелене наочаре и посматрајте прстенове и њихове сенке на зиду. Можете ли да уочите тродимензионалне сенке?

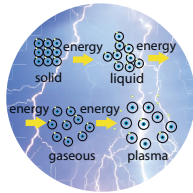
Прстенови су обасјани црвеним и зеленим светлом. Они бацају црвену и зелену сенку. Присетите се сада шта сте научили из експеримента – Сенке у боји. Чим ставите црвено-зелене наочаре, око иза црвеног стакла ће видети само зелену сенку, док ће око иза зеленог стакла видети само црвену. Свако око види сенку, па у мозак пристижу информације о две сенке са малим померајем, што ствара тродимензионалну слику прстенова. Где видите сенку, иза или испред објекта? Сада окрените наочаре, тако да замените стране црвеном и зеленом стаклу. Где се у том случају појављује сенка?

## Плазма кугла

*Пробај прстом да привучеш варницу.*



Плазма сфера  
јеминијатурни Тесла  
калем.



Четири стања  
материје сувидљиви у  
свакодневном животу:  
чврста, течна, гасовита  
и плазма.

### Принцип рада

У сфери се налази мешавина гасова. Она се састоји од засебних атома, које чине атомска језгра и електрони. На плазму се примењује наизменични напон. Услед њега се електрони одвајају од атомског језгра. Овај процес се назива јонизација, а овакав јонизован гас зовемо плазмом. Наелектрисане честице се крећу напред и назад, од центра сфере до њене површине, као последица примењеног наизменичног напона. Овај проток наелектрисања зовемо наизменичном струјом. Електрони и јони се убрзавају, могу се међусобно сударати и опет рекомбиновати са атомима. Током овог процеса се ослобађа енергија која узрокује бљесак у кугли. Ако се кугла не додирне додирује, светлосни бљескови су равномерно распоређени. Међутим, када додирнете сферу једним прстом или целом шаком, бљескови ће се генерисати око те тачке. Разлог за ову појаву лежи у томе што отпор нашег тела није велики као отпор околног ваздуха. Струја ће одабрати лакши пут и протећи углавном Вашом руком. Услед чињенице да постоји наизменична струја, смер струје ће се константно мењати и ваша рука ће се наизменично наелектрисати и празнити.

### Где се користи плазма?

Плазма се, на пример, користи за флуоресцентне лампе и плазма дисплеје. Може се користити и за обраду и облагање различитих површина. Пример је депозиција танког филма на соларне хелије.

Плазма се јавља и у муњама.

## Замрзнута сенке

*Станите мирно поред зида и чекајте док се не укључи блиц*



Изабери  
занимљиву фигуру  
испреди екрана



Стојте мирно док  
светлост блица баца вашу  
сенку на екран

### Шта се догађа?

Након што је блиц окинуо можете опет да се померате и да одмерите вашу феноменалну замрзнуту сенку на зиду. Екран на зиду је фосфоресцентан. Он апсорбује енергију од светлости блица и полако је временом емитује назад у виду зеленкасто жуте светлости коју видите. Како екран сија зеленкасто жуто, потребно је да буде осветљен светлошћу веће енергије. Светлост са плавог краја дуге (плава и љубичаста) би била довољна, али би још боља била ултраљубичаста светлост (УВ)! Како се блиц укључи осетљиви екран бива изложен светлости, осим делова који су замрачени вашом сенком и тиме онемогућени да апсорбују енергију!

Пробајте да мењате ваш размак од зида и гледајте шта се дешава са сенком. Ште ће се догодити ако се полако померате док је осветљење укључено? Такође пробајте са материјалима као што су провидна тканина или ваша коса како остављају замрзнуте сенке.

### Примене у свакодневном животу

Фотофлуоресцентни материјали у свакодневном животу се користе као сигнални знаци у случају опасности или било каква врста маркера који сијају у мраку. Казаљке и бројеви на сату понекад сијају у мраку.

## Пробајте код куће и ово - Оптика

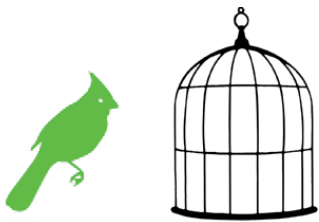
*Гледај у једну боју - види другу*

### Птица у кавезу

Ако нетремице гледате у зелену птицу и онда брзо у празан део кавеза, црвенкасто-плава птица на кратко ће да се појави у кавезу.

### Шта вам је потребно

Црвени, зелени и плави папир.  
Бели лист папира.  
Лепак  
Оловка  
Маказе



Може да вам се причини друга птица у кавезу

### Како склопити и урадити вежбу

Нацртајте птицу или неки други једноставнији облик, на пример рибу, на листовима папира у боји. Залепите облике на посебан бели папир. Нацртајте око птици или риби са фломастером. Нацртајте кавез за птицу или акваријум за рибу, зависно да ли сте изабрали птицу или рибу на белом папиру. Ставите бели папир на добро осветљено место. Јако осветљење је важно да би ова вежба успела.

### Урадите и приметите

Претпоставимо да имате цртеж птице у зеленој боји. Гледајте је непрекидно 15 до 20 секунди. Затим брзо погледајте у бело обојени део кавеза. После тога ћете видети црвенкасто-плаву (магента). Ако би сте то поновили са плавом птицом, требало би да видите жуту птицу у кавезу.

Исто можете да поновите са другим обликом, на пример рибом у акваријуму.

### Шта се догађа?

Ови духови од слика се називају накнадне слике. То су слике које остају са нама и након смо престали да гледамо тај предмет. Боје видимо када су ћелије рецептори (зову се и штапићи) у ретини ока стимулирани светлом. Постоје три врсте штапићама и свака је осетљива на одређени опсег боја. Ако се један или више типова штапића после дужег излагања, прилагодио стимулацији, они онда слабије, него обично, реагују на ту стимулацију.

## Пробајте код куће и ово - Магнетизам

*Одбојање грожђа помоћу јаког магнета*

### Дијамагнетизам

Грожђе одбијају и северни и јужни полови јаког магнета. Грожђе садржи воду, која је дијамагнетик. Дијамагнетне материјале одбијају магнетни полови.

### Шта је потребно

2 зрна грожђа  
1 ражањ  
1 м жице или канапа  
Јак магнет

### Како склопити и урадити вежбу

Натакните грожђе на крајеве ражња чија је средина закачена за канап тако да ражан буде уравнотежен када се подигне. Подесите рингишпил са грожђем тако да може да се окреће.

### Урадите и приметите

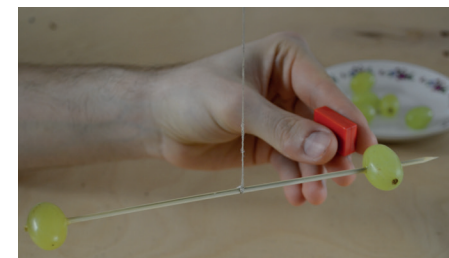
Сачекајте док се ражањ потпуно не умири. Принесите полако један пол магнета близу грожђа. Будите пажљиви да не додирнете грожђе са магнетом. Пошто магнет одбија грожђе ражањ полако почиње да се окреће. Када се магнет удаљи ражањ са грожђем ће да престане да се креће.

Окрените магнет тако да је сада други пол магнета близу грожђа. Грожђе ће такође да одбија и други пол; грожђе одбијају оба пола магнета.

### Шта се догађа?

Грожђе се састоји од око 80% воде. Вода показује посебан облик

магнетизма који се зове дијамагнетизам. Феромагнетне материјале, као што је гвожђе, снажно привлаче оба пола магнета. Парамагнетни материјали, као алуминијум, слабо су привучени половима магнета. Међутим, дијамагнетне материјале одбијају оба пола магнета, али ова сила је стотину хиљада пута слабија од привлачне феромагнетне силе. Када се магнет примиче дијамагнетном материјалу, настају електричне струје у атомима и молекулима материјала. Магнетна поља



Вртелца са грожђем почиње да се окреће чим се магнет примакне близу грожђа.

повезана са овим кружним струјама су оријентисана тако да долази до одбијања од магнета који се примиче.

Пробајте и друго воће осим грожђа које има висок садржај воде, нпр. лубеницу.

## Пробајте код куће и ово - Механика

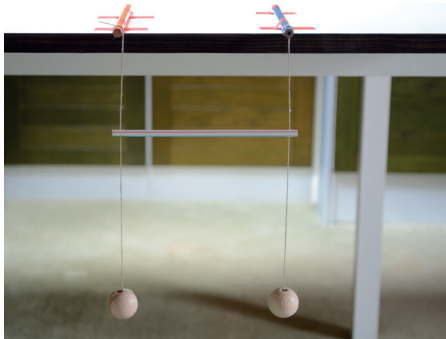
### Искористи резонанцу

#### Спрегнута клатна

Користећи резонанцу можете приморати два клатна да се клате у истим циклусима.

#### Шта вам је потребно

2 дрвене перле  
танак конач  
2 оловке  
лепљива трака  
сламка



By taking advantage of resonance, you can cause two pendulums to swing in identical cycles.

#### Како склопити и урадити вежбу

Залепите две оловке на ивицу стола. Исеците две канапа једнаке дужине (20-30 цм) и вежите перле на крајевима жица. Вежите други крај канапа на крај оловке и подесите места где су везани тако да имате два клатна једнаке дужине. Скратите сламку за пиће на око 15 цм, исечите мале прорезе дуж сламке и користите делове сламке да бисте се повезали заједно два клатна.

#### Урадите и приметите

Повуците једно клатно према вама а затим га пустите.

Обратите пажњу да ће након неколико нишања другоклатно да почне да осцилује, или да се клати напред и назад, са истом фреквенцијом као прво клатно.

Са сваким замахом, друго клатно ће повећати своју амплитуду или висину отклона. На крају, клатна ће се уједначити - друго клатно ће се њихати у складу са првим. What's going on?

#### Шта се дешава?

Када започнете њихање првог клатна, то ће довести до тога да ће сламка да се крећенапред и назад са истом фреквенцијом. Сваки пут када прво клатно заврши циклус кретања, заокренута сламка ће друго клатно да мало гурне - као када родитељ потискује дете на љуљашки.

Два клатна имају исту природну фреквенцију јер сте их направили да имају једнаку дужину. Тако да сламка гура друго клатно истим ритмом као што је природна фреквенција другоклатна. Куглица се њише све више и више са сваким новим слабим потиском.

## Пробај ово код куће – Механика

### Направи самонесећу конструкцију (структуру) од људских тела

#### Трик са столом од наших тела

Сво четворо људи на слици леже. Али зашто не падну?

#### Шта вам је потребно?

4 столице  
4 пријатеља који желе да експериментишу  
1 помоћник

#### Како склопити и урадити вежбу

Поставите столице у квадрат. Столице треба да буду довољно близу тако да кад се нагне уназад особа која седи на једној столици спусти рамена на другу.

#### Урадите и приметите

Нека ваши пријатељи седну на столице са ногама на земљи. Сви треба да се нагну уназад ослањајући своја рамена на ноге особе иза њих. Једну по једну извуците столице испод њих. На њихово изненађење ваши пријатељи ће остати у заваљеном положају упркос недостатку ослонца. Пре него што се ваши пријатељи сруше вратите столице испод њих и помозите им да опет нормално седну..

#### Шта се догађа?

Када склоните столице испод својих пријатеља очекује се да сви падну на под. Упркос очекивањима сто од људских тела остаје стабилан. Тајна трика је у систему уравнотежених сила. Иако гравитација вуче ваше пријатеље на доле, сваки пријатељ се ослања на

ноге особе иза њега. Пошто свака особа има ослонац једино питање је када ће их издати ноге.

Пробајте да изведете овај експеримент са више људи.



Уз мало спортских вештина четворо људи може направити самостојећу структуру од својих тела

*Сурфуј за савете и нове активности*

**веб стране у Немачкој**

[www.physikforkids.de](http://www.physikforkids.de)  
[www.meine-forscherwelt.de/werkstatt/](http://www.meine-forscherwelt.de/werkstatt/)  
[www.labbe.de/zzebra/](http://www.labbe.de/zzebra/)

**веб стране на енглеском**

[www.exploratorium.edu/snacks](http://www.exploratorium.edu/snacks)  
<http://www.arvindguptatoys.com/toys.html>  
<https://www.scienceathome.org/games/>

**веб страна у Србији**

<https://www.sanu.ac.rs/GalerijaNT/lzlozbe.aspx>



Једноставан  
самостално  
урађен  
мополарни  
мони мотор.

**Издавач**

University of Stuttgart  
 5th Physics Institute  
 „Spiel der Kräfte“  
 K. Otter, Dr. R. Löw, Prof. Dr. T. Pfau  
 Pfaffenwaldring 57  
 70569 Stuttgart, Germany

**Превод**

Сарадници Института за физику  
 Лектор ....

**Images**

Murat Marain (1, 20)  
 Frank Eppler (2, 9, 11, 26-27)  
 Uni Stuttgart, PI5 (3, 7, 10-12, 14, 16-19, 21,  
 23-25)  
 Wolfram Scheible (5)  
 Wikipedia commons (7, 9, 14, 15)  
 Grafik- und Fotolabor Universität Stuttgart  
 (8,10, 12)  
 Barry Bland (8)  
[www.ssmaritime.com](http://www.ssmaritime.com) (11)  
 UAB Antonio Zamura (15)  
[www.exploratorium.com](http://www.exploratorium.com) (22)  
 Sebastian Schikora (23-25)

**References**

Figure Vortex ring (8)  
 A. H. Seyed, H. J. Sung, Journal of Visualiz-  
 ation, Vol 12, No. 2 (2009) 139-156

**Захвалност**

Захваљујемо се ђацима Математичке  
 гимназије у Београду на помоћи око  
 реализације изложбе.

# Contact

Институт за физику, Београд  
др. Брана Јеленковић  
Марија Ћурчић  
Иван Радојичић

Tel.  
EMail  
Website

Српска академија науке и уметности,  
Галсерија науке и технике  
Бојана Божић Хреља  
Андреа Раичевић

Tel.  
EMail  
Website

Универзитет Штутгарт  
„Spiel der Kräfte“  
sdk@physik.uni-stuttgart.de  
<http://sdk.physik.uni-stuttgart.de>

**Printing:**  
Company's name  
Printed copies: ??? (Serbian)

© September 2017, Stuttgart, Belgrad

<http://sdk.physik.uni-stuttgart.de>