

млади 03/04 95 "0"  
**ФИЗИЧАР**

ИЗДАВАЧ ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ



YU ISSN 0351-5575

**ТЕМА БРОЈА:** *Огледала против сочива*  
**ЗАНИМЉИВОСТИ:** *Физика у пени од сапунице*  
**АКТУЕЛНО:** *Колико знамо о води на Марсу*

НИЈЕ <sup>баш</sup> СВЕЈЕДНО

С ким ћеш у овој етапи?



Алберт



Тамара и Влада



мала Ана



Изабери **НОВО** гимназијско одељење у Нишу  
 За оне који воле природне науке, а посебно физику!

**ИСКОРИСТИ ШАНСУ ЗА:**

- НАЈБОЉЕ ОБРАЗОВАЊЕ УЗ ЗАНИМЉИВУ НАСТАВУ,
- САРАДЊУ СА ПРОФЕСОРИМА УНИВЕРЗИТЕТА,
- ШИРОКУ ПРОХОДНОСТ НА ФАКУЛТЕТЕ,
- НАГРАДЕ И СТИПЕНДИЈЕ ЗА НАЈБОЉЕ УЧЕНИКЕ,
- СТРУЧНЕ ЕКСКУРЗИЈЕ У ЗЕМЉИ И ИНОСТРАНСТВУ,
- МЕЂУНАРОДНУ РАЗМЕНУ И ЛЕТЊЕ СТРУЧНЕ КАМПОВЕ...

**КОНТАКТ:**

Гимназија "9. Мај", Јеронимова 18, 18000 Ниш, тел. 018/547-433, 547-088  
 ОДЕЉЕЊЕ ЗА УЧЕНИКЕ СА ПОСЕБНИМ СПОСОБНОСТИМА ЗА ФИЗИКУ  
 e-mail: f\_odeljenje@pmf.ni.ac.yu http://www.pmf.ni.ac.yu/f\_odeljenje

**Прихвати изазов!!!**

ПРИЈАВЉИВАЊЕ: 17-23. 05. 2004. ТЕСТИРАЊЕ: математика 04.06.2004  
 физика 06.06.2004

Подружница Друштва  
 Физичара Србије-Ниш

Гимназија "9. Мај"

ГОДИНА XXVII број 95 2003/2004

- SCG МЛАДИ ФИЗИЧАР, Часопис за ученике основних и средњих школа  
 GB YOUNG PHYSICIST, Magazine for elementary and secondary school students  
 F JEUNE PHYSICIEN, Journal pour les élèves des écoles primaires et secondaires  
 D JUNGER PHYSIKER, Zeitschrift für Volks und Mittelschüler  
 RUS МОЛОДОЙ ФИЗИК, Журнал для учеников начальных и средних школ

## Свеска "О"

Компјутерска обрада: др Драган МАРКУШЕВ  
 Лектор: Редакција  
 Коректор: Редакција  
 Корице и дизајн листа: др Драган МАРКУШЕВ

## ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК

др Драган МАРКУШЕВ

## ЗАМЕНИЦИ УРЕДНИКА

проф. др Јелена МИЛОГРАДОВ-ТУРИН  
 др Душан АРСЕНОВИЋ

## УРЕДНИШТВО

## Редакција

проф. др Светозар БОЖИН  
 др Мирјана ПОПОВИЋ-БОЖИЋ  
 др Радомир ЂОРЂЕВИЋ  
 Ратомирка МИЛЕР

## Спољни сарадници

проф. др Дарко КАПОР  
 проф. др Милан ДИМИТРИЈЕВИЋ  
 проф. др Вукота БАБОВИЋ  
 др Борко ВУЈИЧИЋ  
 др Горан ЂОРЂЕВИЋ  
 др Љубиша НЕШИЋ  
 Дејан КРУНИЋ  
 Данило БЕОДРАНСКИ

Интернет адреса  
[www.dfs.org.yu/mf/Mladi\\_fizicar-glavna.html](http://www.dfs.org.yu/mf/Mladi_fizicar-glavna.html)

## ИЗДАВАЧ

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ  
 ОДЕЉЕЊЕ ЗА ОСНОВНО И СРЕДЊЕ  
 ОБРАЗОВАЊЕ  
 Прегревица 118  
 11080 Београд-Земун  
 тел: 011-31-60-260/166  
 факс: 011-31-62-190  
 web: www.dfs.org.yu

Часопис је ослобођен пореза на промет на основу мишљења Министарства просвете Републике Србије бр. 443-00-14/2000-01 од 29.03.2000.

©Друштво физичара Србије,  
 Београд, мај 2004.

Сва права умножавања, прештампавања и превођења задржава Друштво физичара Србије

За издавача:

Председник Друштва физичара Србије  
 проф. др Илија Савић,

Председник Одељења за основно и средње образовање  
 др Сунчица Елезовић - Хаџић

Тираж: 1200 примерака

Поштовани читаоци!

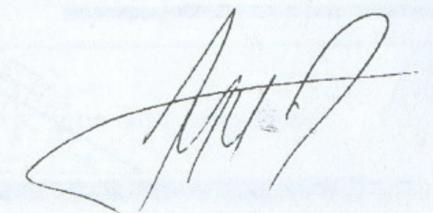
Коначно, пред вама је и последњи број часописа у овој школској години. Ово је уједно и последњи број "Младог физичара" који ће бити припремљен и одштампан са Уредништвом и Редакцијом у овом саставу. Протеклих пет година трудили смо се да, избором текстова и задатака, привучемо вашу пажњу, и подстакнемо и вас да, заједно са нама, квалитет часописа доведемо на завидан ниво. Надам се да смо у томе успели.

Што се садржаја протеклих бројева тиче, трудили смо се да обухватимо све оне теме које су вас интересовале. Доста тога је превазилазило постојеће градиво редовног програма основних и средњих школа, али баш то је и био наш циљ, јер наука иде незадрживо напред, и (срећом) не зависи од школских планова и програма. Кроз издавање посебних свезака настојали смо да вам понудимо што квалитетнији избор, првенствено задатака за вежбање и рад на свим нивоима, али и интересантних текстова који су били прилагођени сваком узрасту. Што се техничке опремљености часописа тиче, и ту смо покушали да урадимо што више. Нажалост, тај део зависи првенствено од материјалних средстава којима располажемо. Њих никада није доста, али смо са оним што смо имали покушали да достигнемо максимум. Сем рада на самом часопису успели смо и да осмислимо нашу интернет презентацију, која је уједно била и прва презентација тога типа на сајту Друштва физичара Србије.

Вама, као читаоцима и сарадницима, желимо да се најсрдачније захвалимо на дружењу у протеклом периоду. Новој Редакцији и новом Уредништву желимо све најбоље у будућем раду. Оно што смо до сада урадили добро, нека они ураде још боље, а оно што нисмо успели да остваримо, нека они покушају да остваре.

С поштовањем,

Главни и одговорни уредник  
 часописа "Млади физичар"  
 др Драган Маркушев



## САДРЖАЈ

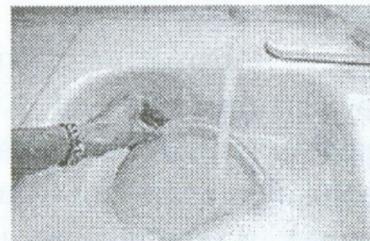
## 3 УКРАТКО

## 5 ТЕМА БРОЈА

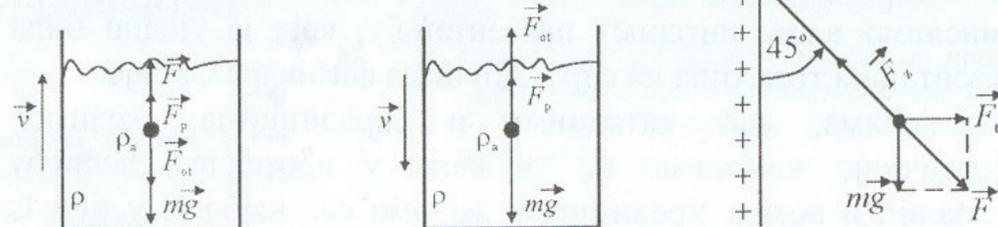
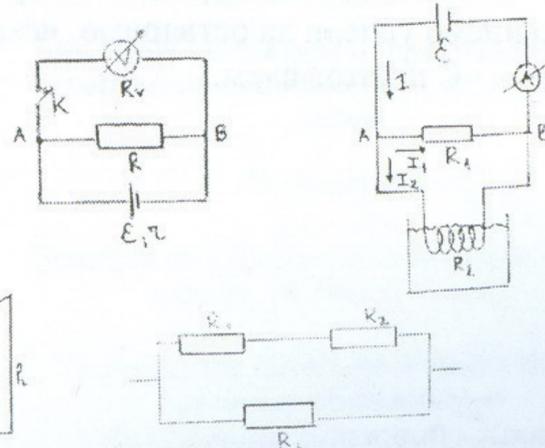
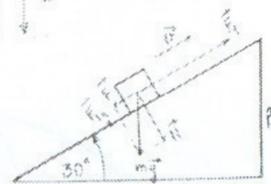
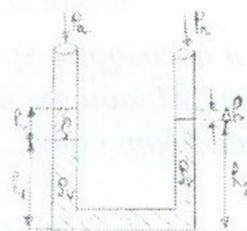
- 5 **Огледала против сочива**  
 Јелена Милоградов-Турин  
 Катедра за астрономију  
 Математички факултет, Београд

17 **ЗАНИМЉИВА ИСТРАЖИВАЊА**

- Физика у пени од сапунице**  
 Приредио: Душан Арсеновић  
 Институт за физику, Београд-Земун  
 На основу оригиналног текста  
*The Science of Washing Up*  
 аутора Патрика Л. Берија (Patrick L. Barry)  
 и др Тонија Филипса (Tony Phillips)  
 са интернет адресе [www.firstscience.com](http://www.firstscience.com).

21 **АКТУЕЛНО**

- Колико знамо о води на Марсу**  
 Ратомирка Милер  
 астрофизичар, Београд

25 **РЕШЕЊА ЗАДАТАКА ИЗ БРОЈА 93**27 **РЕШЕЊА ЗАДАТАКА**

## УКРАТКО

**Физичари се приближили квантној граници**  
 2. април 2004.

Нови експеримент изведен у САД довео нас је на корак ближе детекцији квантних ефеката у макроскопским објектима. Кејт Шваб (Keith Schwab) и колеге из Националне сигурносне агенције (National Security Agency - NSA), које раде на Универзитету у Мериленду (University of Maryland), успели су да измере вибрације мале наноелектричне руке да би установили где је граница престанка важења квантне физике и прелазак на класичну. Иако овај експеримент нема још увек довољну осетљивост да би проверио и принцип неодређености, он је био ближе остварењу и тог захтева него било који експеримент до сада (M. D. LaHaye et al. 2004 *Science* 304 74).

**Подземни детектор гравитационих таласа**  
 6. април 2004.

Јапански физичари су направили први подземни детектор гравитационих таласа. Почетни резултати коришћења детектора показују да смањењем буке из околине преласком на рад испод површине Земље доводи до врло стабилног рада ласерског интерферометра који служи за детекцију гравитационих таласа. детектор је, иначе, смештен на дубини од 1000 m испод површине тла (S. Sato et al. 2004 [arXiv.org/abs/gr-qc/0403080](http://arXiv.org/abs/gr-qc/0403080)).

**Фермијев гас се ближи суперфлуидности**  
 15. април 2004.

Истраживачи из САД и Аустрије тврде да су пронашли до сада најбољи доказ за суперфлуидност - појаву протицања флуида без отпора - у тзв. Фермијевом гасу направљеном од ултрахладних атома литијума-6. Резултати добијени овим истраживањима могу помоћи физичарима да боље разумеју неке егзотичне системе у природи, као што су: суперпроводници на високим температурама, неутронске звезде или кварк-глуонска плазма.

**physicsweb** Physics news, jobs and resources

## Физичари иду у Холивуд

23. април 2004.

Шта је заједничко популарним филмовима, који су давани и код нас у биоскопима, као што су Дан независности (*Independence Day*), Армагедон (*Armageddon*) и Икс-мен (*X-Men*)? Одговор је да, поред милионских улагања и зарада у доларима, они представљају и саставни део курса названог "Физика у филмовима" (*Physics in Films*) који се држи студентима на Универзитету у Централној Флориди (*University of Central Florida*). Костас Ефтимеоу (*Costas Efthimiou*), математички физичар који иначе држи овај курс, верује да ће студенти друштвених наука много брже и боље научити и схватити основе физике гледајући ове филмове, него када би то покушали на традиционалан начин ([arXiv.org/abs/physics/0404078](http://arXiv.org/abs/physics/0404078)).

Вести за вас одабрао:

Драган Маркушев

Институт за физику

Београд-Земун

извор: <http://physicsweb.org/>

## ПРЕПОРУЧУЈЕМО

**CD1-** Образовни програм *Физика 6*, по наставном програму физике за шести разред основне школе.

**CD2-** Образовни програм *Физика 7*, по наставном програму физике за седми разред основне школе.

**CD3-** Образовни програм *Физика 8*, по наставном програму физике за осми разред основне школе.

*Kvark media*, Београд, Булевар мира 70,

тел: 011/36 71 554,

e-mail: [kvark@EUnet.yu](mailto:kvark@EUnet.yu)



## ТЕМА БРОЈА

## Огледала против сочива

Јелена Милоградов-Турин

Катедра за астрономију

Математички факултет, Београд

## Увод

Још су стари народи користили одбијање и преламање светлости како многи археолошки налази.

Прва огледала су била од углачаног метала (види у "Младом физичару" бр. 94). Прва сочива су била од природних материјала: кварца, полудрагог и драгог камења (види у "Младом физичару" бр. 85). Комадићи стакла су нађени у огрлици из египатске пирамиде која потиче из времена око 3500 године пре наше ере.

Иако су се огледала и сочива одржала у употреби у свакодневном животу до дана данашњег, у науци, и то нарочито у астрономији, огледала су се показала кориснија. Телескопи чији је главни део огледало – рефлектори данас се знатно више користе него они чији су основни делови сочива – рефрактори. У старијој литератури ови последњи су називани дурбинима, а рефлектори телескопима, што је збуњујуће, те се данас та терм нологија, сем у историјском смислу, не користи.

Ево како је текла та астрономска трка.

## Прва деоница

Сматра се да су први дурбини направљени у Холандији. Патент за изум је додељен Хансу Липерсхеју (*Hans Lippershey*), оптичару из Миделбурга, иако изгледа да су бар три лица скоро истовремено дошла на идеју како да направе дурбин. Сем Липерсхеја помињу се Јансен (*Jansen*) и Метиус (*Metius*). Као година изума узима се 1608, иако има индиција да су неки направљени и пре.

Раније се често наводила прича како су деца мајстора, играјући се у радионици са сочивима наочара и комбинујући их, уочила како се посматрани предмет може видети знатно увећан. Одмах су то јавили оцу, који се онда сам уверио, и ставио таква два сочива у цев. Та прича се некада наводи уз проналазак телескопа а некада уз проналазак микроскопа (изум приближно истог времена).

Дурбине су проналазачи вероватно уперили и на небеска тела али је слава првог посматрача неба припала Галилео Галилеју (*Galileo Galilei*). Он је према својој идеји направио редом четири дурбина од набављених сочива; први свега дан по повратку у Падову из Венеције где је чуо о изуму Холанђана маја 1609. године. Он је први који је направио телескоп довољно великог повећања да открије Јупитерове сателите и планине на Месецу. Своја прва астрономска открића објавио је већ у марту 1610. Галилејејев успех је побудио велику пажњу јавности. Многи су се дивили лепотама неба, иако тадашње справе нису могле да дају квалитетне слике. Највећи његов дурбин је био 1,245 m дуг, пречника објектива 5,35 cm и давао увећање од 30 пута. Чува се у музеју у Фиренци.



а)

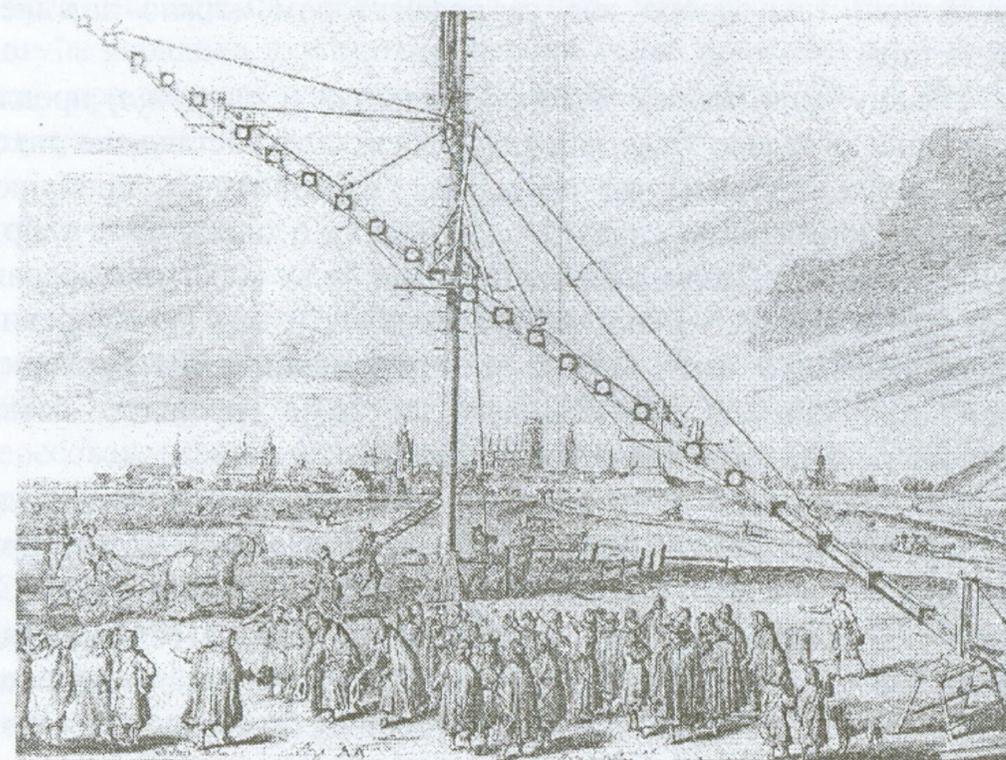
б)

Слика 1. Њутнов рефлектор: а) гледан с бока, б) спреда.

Рефрактори тог времена су патили од два озбиљна недостатка: сферне и хроматске аберације. Док се прва може променом облика сочива отклонити друга је последица преламања светлости и у инструментима са једним сочивом не може се избећи (више у "Младом физичару" бр 86). Хроматска аберација се могла само умањити увећањем жижне даљине али је то доводило до веома незграпних конструкција (слика 1). Технологија ливења и глачања стакла није омогућавала да се праве објективи већи од неколико центиметара.

### Друга деоница

Но рефрактори нису дуго били једини уређаји за посматрање неба. Већ 1616. године чини се први корак ка изради рефлектора. Није чудо што га је начинио један од калуђера јер су они у то време спадали међу најученије људе. Исусовац Николо Цуки (*Niccolo Zucchi*) се није зауставио само на предлогу већ је чак употребио конкавно огледало уместо сочива, али после испитивања слике помоћу негативне лупе нашао је да је аберација превелика. Сем тога крупан недостатак је био то што се слика није могла посматрати без заклањања улазног снопа.



Слика 2. Цртеж подизања Хевелијусовог телескопа рефрактора жижне даљине 150 стопа (45,7 m).

Један други монах, фрањевац Марин Мерсен (*Marin Mersenne*) 1636. године предлаже конструкцију рефлектора који би имао два параболична огледала, где веће огледало има отвор за зраке одбијене од секундарног, мањег огледала. Иако мало огледало не дозвољава делу упадне светлости да прође, тај део није превелики да би спречио посматрање. Мерсен није идеју спровео у дело.

Године 1663. шкотски научник Џејмс Грегори (*James Gregory*) предлаже конструкцију рефлектора са мањим елипсоидним огледалом. Слика би се посматрала помоћу окулара постављеног иза отвора на већем, параболичном огледалу (види слику 2. б. у чланку о огледалима у бр. 94 "Младог физичара").

Усавршавању рефлектора се посветио и Исак Њутн (*Isaac Newton*). Он за секундарно огледало узима равно огледало постављено под углом од 45 у односу на осу телескопа (види слику 2. а. у чланку о огледалима у бр. 94 "Младог физичара"). Тиме је избегао бушење примарног огледала. Први модел прави 1668. године али га показује само малом броју пријатеља. Тек други рефлектор шаље 1671. године у Краљевско друштво у Лондону, где се и данас чува. (слика 2 а, б). Иако сразмерно мали (жижна даљина му је шест инча (15 cm) а пречник један инч (2,54 cm) побудио је велико интересовање. Њиме су се могли

видети детаљи тако добро као са рефрактором жижне даљине од десетак метара.

Годину дана касније Француз Касегрен (*Cassegrain*) предлаже да секундарно огледало буде конвексно огледало постављено тако да пресретне зраке одбијене од примарног параболичног пробушеног огледала пре жиже (види слику 2. с. у чланку о огледалима у бр. 94 "Младог физичара"). Таква комбинација даје бољу корекцију аберације и тражи краћу цев. Нажалост његове предности над Грегоријевим и Њутновим решењем нису уочене од савременика. Ни Грегори ни Касегрен нису имали могућности да своје пројекте остваре. Касегреново решење се и данас често користи.

Њутнов изум је остао неискоришћен до 1720. године када је Џејмс Шорт (*James Short*), дипломирани проповедник Шкотске цркве, под утицајем чувеног математичара Колина Маклорена (*Colin Maclaurin*) са Универзитета у Единбургу, почео да се бавизрадом телескопа. Он је успео да тако добро глача удубљена огледала да је израда рефлектора постала главна делатност његове радње. Углавном су се израђивали телескопи Грегоријевог типа јер су били сразмерно кратки због "ломљења жижне даљине" а посматрало се у правцу у ком је телескоп био уперен. Велики отвор је омогућавао скупљање веће количине светлости и тиме посматрање мање сјајних небеских тела. Нажалост, Шортове телескопе су користили богати купци само за пуко задовољавање радозналости.

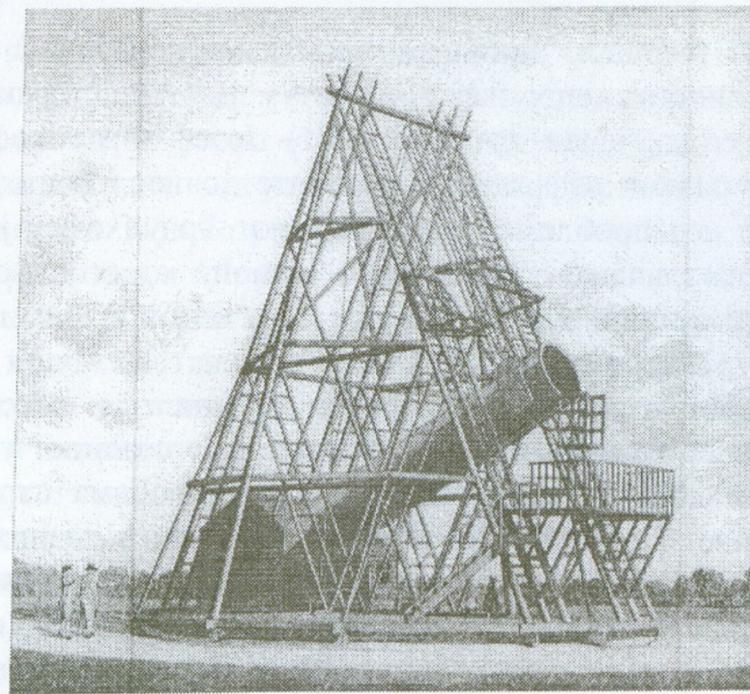
### Трећа деоница

Велики корак у развоју рефрактора се догодио када је Џон Долонд (*John Dollond*) 1757. године направио први ахроматски дурбин (више у "Младом физичару" бр. 86). Иако сочива од крон и флинт стакла које је користио за потребну комбинацију испупченог и издубљеног сочива нису била увек доброг квалитета побољшање уведено комбиновањем сочива битно је смањило хроматску аберацију. Објективи тада прављени нису били велики јер мајстори нису умели да излију флинт (оловно) стакло већих димензија. Ахроматски телескопи су истиснули са тржишта дурбине са једним сочивом. Имали су добру слику, краћу цев и посматрало се у правцу у коме је телескоп био уперен. Рефракторима се указивала светлија будућност под условом да се израда стакала развије тако да се постигне жељени квалитет. То оптичари XVIII века нису умели да обезбеде. Што се тиче глачања ту је све било препуштено случају. Кривина се често кварила приликом полирања. Долонд се помагао тиме што је правио што више сочива па

је бирао она која би била најбољи пар. Због свега тога је тада било немогуће израдити ахроматски дурбин већег пречника од 4 инча (око 10 cm) при жижној даљини од 10 стопа (око 3m). Све је било чиста емпирија.

### Четврта деоница

Десило се, међутим, да је стасао човек који је био у стању да направи рефлекторе веће но икада раније. То је био Вилијам Хершел (*William Herschel*), музичар по професији а астроном аматер по интересовању (више о њему у "Младом физичару" бр. 78). Он је сам избрусио више металних огледала, за своју употребу а и за купце. Посматрајући са тим својим рефлекторима он је открио мноштво нових тела, укључујући и планету Уран и његова два сателита. Он је огледало монтирао тако да је заклапало мали угао са осом телескопа и тиме посматрао у жижи близу горњег отвора телескопа. Тај тип рефлектора, који је добио назив по њему, није се показао довољно подесан за друге посматраче. Његов највећи телескоп (слика 3) имао је жижу, а тиме и дужину, од 40 стопа – 12 метара (сл. 4) а отвор 4 стопе (1,2 m). Анегдота каже да када је енглески краљ Џорџ III дошао да види још немонтирани телескоп, пожелело је да иде кроз цев која је лежала на тлу.



Слика 3. Цртеж Хершеловог телескопа жижне даљине 40 стопа (12 m). Он се данас налази на печату Краљевског астрономског друштва уз натпис "*Quidquid nitet notandum*" што значи "Све што сија мора да се забележи".

Кентерберијском бискупу који се колебао да ли да крене за њим рекао "Ходите, милорде бискупе, ја ћу Вам показати пут на небо".

Колико је Хершел волео астрономију и колико је вешт био показује и чињеница да је морао да се пење по мраку по лествама до врха свог телескопа и ту стоји целу ноћ. У таквим подухватима од велике помоћи му је била сестра Каролина (*Caroline Herschel*) која је и сама постала астроном. Тачније, она је прва жена астроном посматрач. Хершелови телескопи су били толико супериорни а он сам тако добар посматрач, да су се чак и професионални астрономи обраћали њему за потврду својих открића. Његова реч је била пресудна у астрономији крајем XVIII и почетком XIX века. Рефлектори тог времена су сразмерно брзо оксидирали а тешко дотеривали. Тако је и рефлектор Вилијама Хершела од 40 стопа будући неколико деценија ван строја био "свечано сахрањен", 18 година после свог градитеља. Телескоп је постављен у хоризонталан положај на три ниска камена стуба и 1. јануара 1840. породица Хершел је, окупљена у цеви, отпевала реквијем који је Вилијамов син Џон (*John Herschel*), и сам првокласан астроном, певао. После тога је цев затворена а данас се њен део чува у Поморском музеју у Лондону, уз стару Гриничку опсерваторију.

### Пета деоница

Док је Хершел "пробијао пролаз ка небесима" (натпис на спомен плочи постављеној њему у част у Вестминстерској опатији) помоћу рефлектора, један други геније – Јозеф Фраунхофер (*Joseph Fraunhofer*) је развио рефракторе ахромате до неслућених квалитета. Он је проучио цео проблем веома темељно. Фраунхофер је измислио нову машину за глачање, за полирање, помоћу којих је форма стакла извођена много тачније. Пронашао је и нове веома прецизне методе за испитивање структуре оловног (флинт) стакла. Поставши свестан да квалитет оловног стакла веома зависи од чистоће смесе битно је побољшао процес топљења стакла. Постигао је сталност у квалитету. Стаклени блок који би он одлио имао је на обе стране исте оптичке особине. Премерио је индексе преламања разних стакала у зависности од њиховог састава користећи линије у Сунчевом спектру, које су по њему и добиле назив. Његово ремек дело (слика 4) је рефрактор Дорпатске опсерваторије (касније Тарту) пречника 24 cm (9 палаца). Фраунхоферови инструменти су били ванредно подесни за руковање и прецизна мерења. Помоћу његовог хелиометра измерене су најзад, вековима жељене, даљине до звезда. Тада су сви астрономи у свету почели више ценити рефракторе од рефлектора. Ахроматска

сочива која је он направио не одступају од данашњих по особинама. Ослобођена су у великој мери и сферне аберације и коме. Све после њега што је учињено у вези са сочивима само је правилно развијање онога што је он измислио и извео. Епитаф на његовој надгробној плочи каже да нам је приближио небеска тела.

Колико је Фраунхофер био способен види се и по томе што његов помоћник Георг Мерц (*Georg Mertz*) после Фраунхоферове превремене смрти није дуго могао да излије сочива таквог квалитета. Тек 1839. године испоручен је рефрактор пречника сочива од 14 палаца (37 cm) и жижне даљине од 21 стопе (64 m) за опсерваторију у Пулкову. То је био инструмент који је много година представљао круну свих европских астрономских инструмената.



Слика 4. Цртеж Фраунхоферовог рефрактора у Дорпату, отвора 24 cm. Типичан примерак такозване немачке монтаже телескопа.

### Шеста деоница

Хершеловим стопама кренуо је и ерл од Роса (*William Parsons Earl of Rosse*). Највећи рефлектор који је дао да се уради за њега имао жижну даљину од 60 стопа (18,3 m) а пречник од 6 стопа (1,83 m). Најзначајнији резултат који је са њиме учинио јесте откриће спиралних грана у маглинама. Тај инструмент су називали цинном из Парсонстауна. То је био највећи телескоп свог времена. И његово огледало је патило од истих мана као и Хершелово; да брзо оксидира а тешко поправља, да се извија под сопственом тежином, осетно мења особине са температуром и слично. Занимљиво је да се и Парсонс бавио астрономијом као хобијем. Основно занимање му је била политика. Био је члан Ирског парламента а од 1845. чак представник Ирске у Британском парламенту.

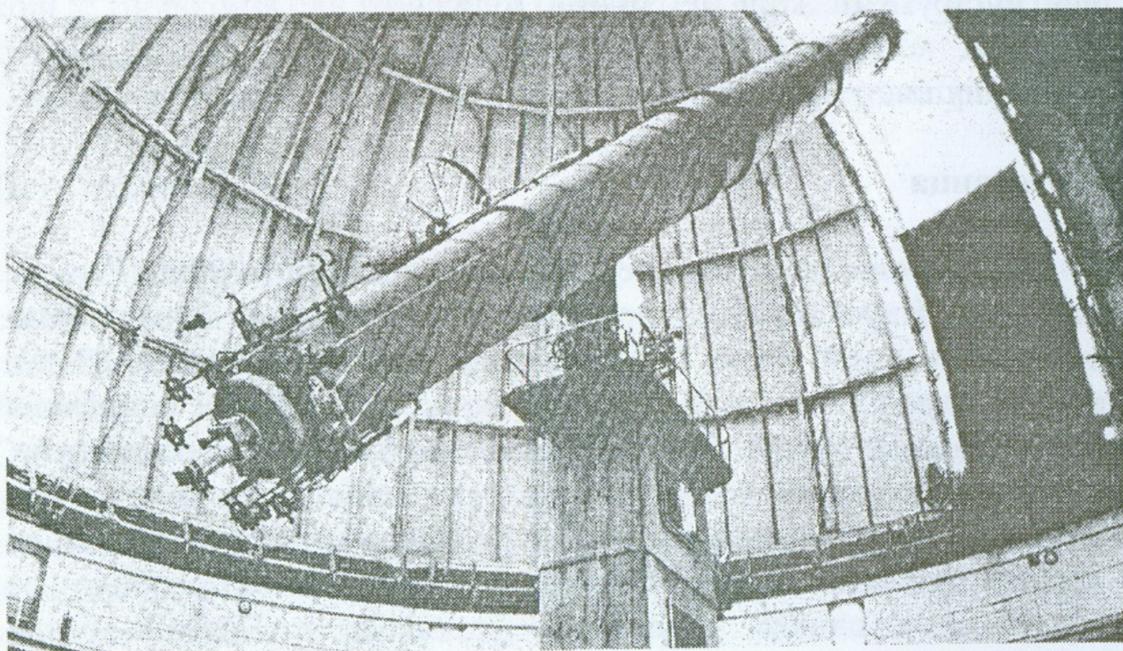
Рефлекторе са изливеним металним огледалима су у то време направили и још неки астрономи аматери, али се осећало да то није прави пут развоја. Она нису, због слабе моћи одбијања, омогућавала да се виде тела слабог сјаја која би теоретски, с обзиром на величину отвора, требало да буду видљива. Већина астронома је сматрала да је Фраунхофер донео победу рефракторима.

## Седма деоница

Иако су Фраунхоферови следбеници на челу са Мерцом у Минхену држали монопол у изградњи великих рефрактора, почели су и француски, енглески и амерички оптичари да се упућују у посао, постижући значајне успехе.

Најбољи од свих се показао Алван Кларк (*Alvan Clark*), самоуки амерички оптичар. Кларк је правио изврсна ахроматска сочива са којима је, испробавајући их, открио неколико нових двојних звезда, које се иначе тешко запажају. У његовој радионици помагала су му оба сина. Глачало се ручно, веома пажљиво, дотерујући их до савршенства. Са једним од објектива, приликом пробе, син Алвана Кларла – Алван је открио до тада невиђени пратилац Сиријуса.

Врхунац изградње рефрактора је достигнут крајем XIX века, захваљујући новцу два америчка богаташа. Прво је Џејмс Лик (*James Lick*) калифорнијски бизнисмен одлучио да финансира изградњу



Слика 5. Највећи рефрактор на свету – рефрактор отвора 102 cm Јеркске опсерваторије, у САД.

рефрактора пречника 36 инча (95 cm) на планини Хамилтон, близу Сан Франциска. Захтев му је био да се његово тело сахрани у подножју стуба телескопа, што је и учињено. Тиме је подигао себи споменик кориснији од пирамиде коју је првобитно намерио да подигне, налик фараонима. Први пут је уперен ка небу 1888. године. Сазнавши за Ликов телескоп, чикашки краљ трамваја Чарлс Јеркс (*Charles Yerkes*) је

одлучио да га надмаши. Јерксов рефрактор је постављен у Вилијамсбеју, крај језера Женева, 75 миља од Чикага. Има ахроматски објектив пречника 40 инча (102 cm). Свечано пуштен у рад 1897. године. То је био и остао до данас највећи рефрактор на свету (слика 5). И тај објектив је дело фирме Кларк и синови. У оквиру је Чикашког универзитета.

Оба инструмента су постављена по моделу немачке (Фраунхоферове) монтаже.

## Осма деоница

Међутим, ни рефлектори нису застали у развоју. Жан Фуко (*Jean Foucault*) је први применио веће посребрено огледало од стакла за астрономска посматрања, 1857. године. То је био значајан корак напред јер су се такви објективи могли лакше израђивати и поправљати. Стакло је било мање осетљиво на температурне промене и мање склоно извијању, а танак слој сребра је боље одбијао од масивних металних огледала. Сем тога, њихова израда је имала мање захтева у технологији стакла него што је то било потребно за рефракторе. Стакло не мора да буде савршено провидно и без икаквих мехурића. За разлику од ахроматског дублета где се морају глачати четири стране у случају огледала се мора глачати само једна.

Зато су рефлектори брзо кренули напред. Већ 1908. године постављен је први рефлектор пречника већег од 1,5 m, на Маунт Вилсону. На истој планини је 1917. године пуштен у рад рефлектор отвора 100 инча (254 cm), назван Хукеров телескоп, према презимену дародавца (*J. D. Hooker*). Тај огромни телескоп је монтиран на енглески начин. То је био највећи телескоп на свету све док 1948. године није постављен на Маунт Паломару рефлектор од 200 инча (508 cm). Монтиран је унутар покретне ракле која се обрће пратећи небо. Тако велико огледало је одликовано тек из другог покушаја. Колико је тешко довести тако велике стаклене површине до жељеног облика показује случај руског телескопа на Кавказу пречника 610 cm, кога нису успели да направе из прве због присуства превеликог броја мехурића у стаклу. Тај рефлектор је због своје тежине морао бити постављен тако да се креће по азимуту и висини а небо прати помоћу рачунара.

Небеска тела су у то време снимана на фотографске плоче, које се и данас чувају.

У целој тој плејади телескопа повећањем пречника објектива решавали су истовремено два основна проблема: повећање сабирне површине објектива и раздвојну моћ. Првим се омогућавао продор до

слабијих и тиме, најчешће, и даљих објеката, а другим раздвајање посматраних објеката.

## Финиш

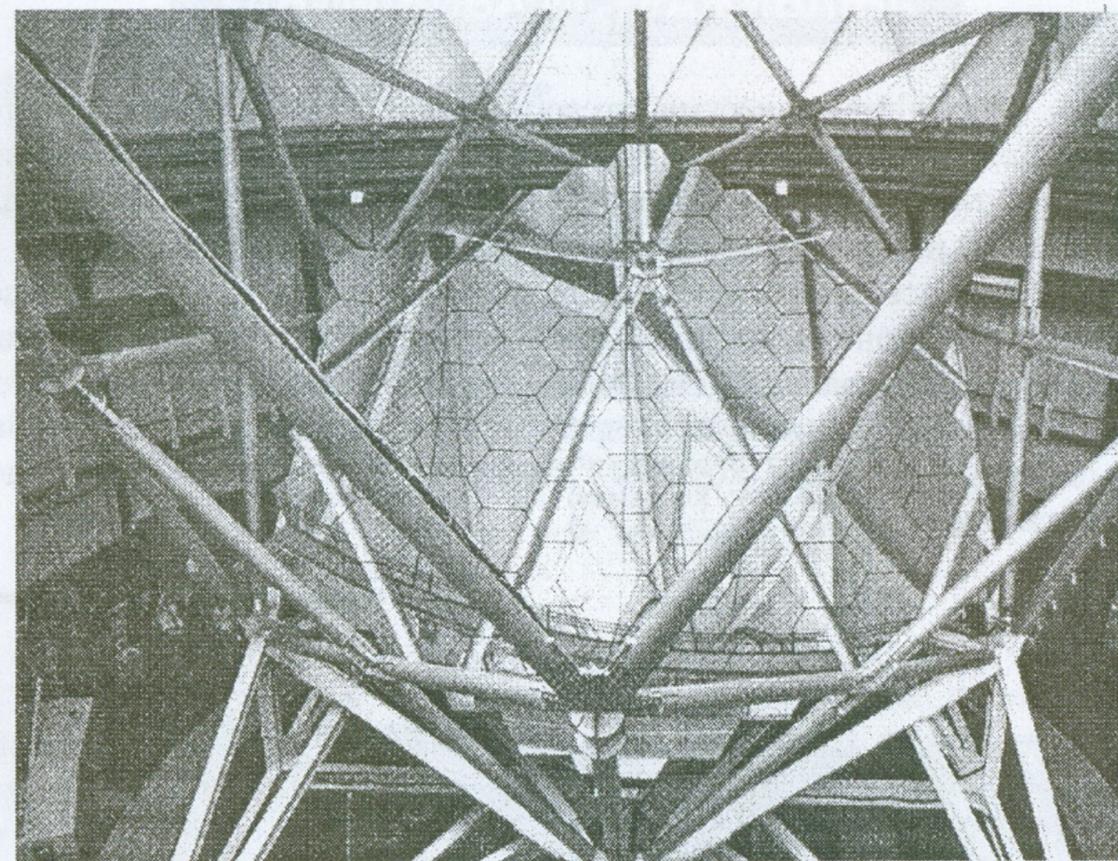
Од деведесетих година XX века проблем развојне моћи се радикално решава интерферометријским методама. Скупљање велике количине зрачења, међутим, мора да се решава повећањем површине објектива. Појачање сигнала електронским путем има своје границе. Већи телескопи захтевају другачију монтажу великих телескопа јер једноставно пружање ранијих решење не води остваривим пројектима. Израда великих рефлектора обавља се новом, другачијом, технологијом.

Први прилаз је изливање огледала у ротационој комори при чему течна смеша добија природним путем параболични облик. Хлађењем у ротационој комори оно такав облик задржава. Највећа огледала тако направљена достижу пречник и преко осам метара. Танка су, и са задње стране имају структуру налик саћу. С обзиром да су добрим делом шупља, сразмерно су лака. Та чињеница знатно олакшава монтажу и покретање телескопа.

Други прилаз је израда великог огледала комбинацијом више мањих огледала. Највећи такав сложени рефлектор јесте двојни Кеков телескоп на Хавајима. Назив су добили по нафтном магнату Кеку који је финансирао изградњу. Сваки од њих се састоји од 36 мањих шестоугаоних огледала, страница од пола метра а највећег распона 1 m (слика 6). Механичка подршка малим огледалима је сразмерно лака. Највећи распон таквог скупа од 36 огледала износи 9,82 m

Трећи прилаз, примењен у случају такозваног Веома великог телескопа (ВВТ), у Чилеу, јесте израда веома танких огледала која се са доње стране помоћу више клипова, а према наредбама рачунара, одржава облик огледала у свим положајима. Замисао је европских конструктора а изграђен за Европску јужну опсерваторију (ESO). Најмоћнији је телескоп данашњице. Веома велики телескоп је скуп од четири рефлектора, од којих сваки има пречник 8,2 m (слика на корицама). Ефективна површина скупа одговара огледалу пречника 16,4 m. Он је 2,5 пута осетљивији од Кекових телескопа.

Крајем XX века смишљен је начин како да се смањи утицај флукуација у Земљиној атмосфери које доводе до треперења ликова. То се постиже променама облика огледала током посматрања у складу са нехомогеностима у ваздуху. Пошто добије на основу тест зрака извештај о стању атмосфере, рачунар издаје налоге за одговарајуће



Слика 6. Сложени рефлектор највећег отвора на свету. Један је од два близанца који чине Кекове телескопе, на Мауна Кеи, на Хавајима (САД). Највећи распон између темена скупа шестоугаоних огледала износи 9,82 m.

корекције. Налогe спроводи мноштво малих мотора на задњој страни главног огледала који гурају или вуку делове огледала, и тиме успевају да смање утицај атмосфере. Такви рефлектори чији се облик може прилагођавати атмосферским условима омогућавају слике оштрине какву нико раније на Земљи није могао да оствари. Адаптивна оптика је и на ВВТ и на Кековим близанцима.

С обзиром на моћну подршку рачунара сада се праве чак и такви рефлектори који су непомици, што знатно снижава цену њихове израде.

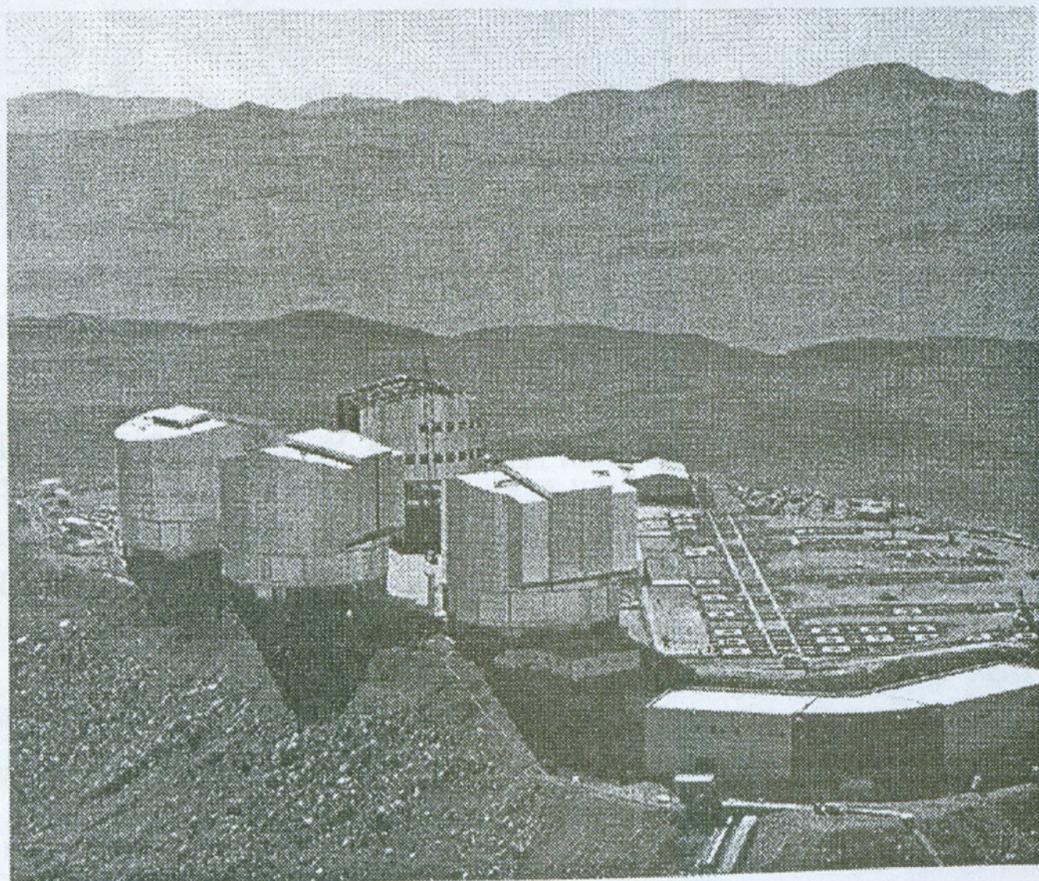
Рефлектори се шаљу и у космос, као што је то учињено са Хабловим телескопом. Иако је његово огледало пречника свега 2,4 m због одсуства атмосфере он може да даје фантастичне слике. Оне се шаљу на Земљу радио-трансмисијом у дигиталном облику.

Дигитализација и електронска обрада су битни процеси за данашње телескопе. Велика погодност је и то што научници могу посматрати небеска тела и без одласка на лице места.

## Резултат

Рефлектори су несумњиво добили трку. Рефрактори се користе на оним опсерваторијама које су их наследили док се нови, и то мали, праве за потребе аматера. Такав резултат је највећим делом последица чињенице да је коришћење преламања сувише захтевно за извођење.

Данас се сматра да је највећа предност огледала у томе што се она могу сразмерно лако применити у целом опсегу таласних дужина, за разлику од сочива која то не могу. Техничка решења се разликују од једног до другог подручја, па и израда није подједнако једноставна, али се одбијање зрачења користи данас од рентгенских зрака до радио-таласа.



Слика изнад и на корицама. Највећи рефлектор на свету по ефективној површини јесте скуп од четири рефлектора, сваки отвора 8,2 m при раду у спреси. Припадају Европској јужној опсерваторији (ESO) на брду Паранал (*Cerro Paranal*), у Чилеу.

## ЗАНИМЉИВА ИСТРАЖИВАЊА

### Физика у пени од сапунице

Приредио: Душан Арсеновић

Институт за физику, Београд-Земун

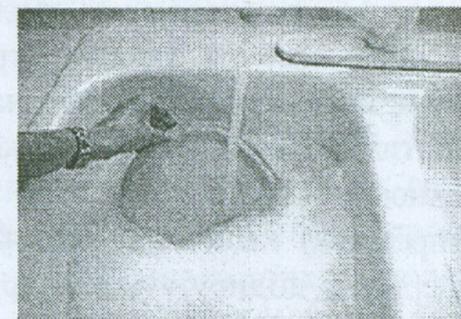
На основу оригиналног текста *The Science of Washing Up*

аутора Патрика Л. Берија (*Patrick L. Barry*) и др Тонија Филипса (*Tony Phillips*) са интернет адресе [www.firstscience.com](http://www.firstscience.com).

Физика која објашњава појаве обичних свакодневних пена од сапунице, детерџента или за бријање, врло слабо се познаје. Претпоставља се да би експеримент, који треба да се изведе на Међународној свемирској станици, могао да помогне да се попуне неке празнине које постоје у досадашњим објашњењима.

Ако ставите нешто детерџента за прање посуђа у судоперу и напуните је водом, видећете да сте направили заиста необичну супстанцу - пену. Иако се састоји скоро у потпуности од ваздуха, пена у судопери се понаша као еластичан чврсти материјал. Необично, зар не? Даглас Дјуриан, (*Douglas Durian*) професор физике са калифорнијског Универзитета у Лос Анђелесу (*UCLA*), предлаже: "Узмите крем за бријање и ставите је на длан. Додирните је. Прођите прстима кроз њу. Запитајте се, да ли је то што додирујете чврсто тело, течност или гас?"

Обичне, тзв. *течне* пене, као што је крема за бријање или сапуница у судопери, састоје се углавном од гаса (95%) и мало течности (5%). Гас дели течност на матрицу (мрежу) танких мехура. Добре пене обично су сатављене од сложених молекула који учвршћују зидове мехура. Млечна маст, на пример, врши ову улогу учвршћивача у улупаном крему за колаче. Начин на који се мехурови држе заједно, или клизе један преко другог, одређује начине како ће се пена понашати. Многи од нас су толико навикнути на различите врсте пена да једва примећујемо колико су оне необичне. Пена је на нашем лицу (или ногама) док се бријемо, на судовима док их перемо, па и на врху чаше пуне пива. "Ипак, физика пене је данас слабо позната", закључује Дјуриан.



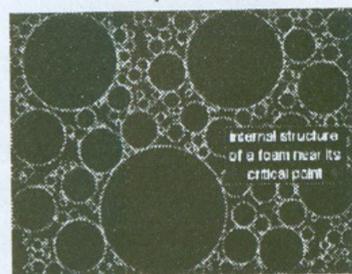
Пена у судопери настала од детерџента за прање посуђа.

Већина онога што се зна о физичким особинама пене потиче на основу извршених експеримената и грешака које су чињене при том. За сада не постоји физичка теорија која би предвидела колико ће, на пример, чврста или житка бити пена на основу особина као што су: величина мехурова или количина течности у њој. А прецизно познавање чврстине пене је, то морамо имати на уму, одлучујуће за многе њене примене у пракси. Замислите ову ситуацију: пена за гашење пожара мора имати такву особину да брзо клизи кроз вентил апарата за гашење, а онда треба да чврсто пријања на подлогу где доспе; или агенс против биолошког оружја, који треба тако да се шири да би попунио пукотине и убио микроорганизме који се ту крију. Дјуријанова жеља је да покуша да уклони сва нагађања око особина пена тако што ће научити више о физици која се крија иза њиховог необичног понашања у различитим условима. То је и циљ експеримента који је са колегама осмислио и који је припремљен за извођење на Међународној свемирској станици (МСС). Експеримент је назван ФОАМ на основу енглеске скраћенице *FOAM – Foam Optics and Mechanics* – Оптика и механика пене.

“Један начин да се разумеју основне физичке особине било ког материјала је да се истражи његова тзв. *критична тачка* – праг где материјал мења фазу, на пример, из чврстог у течно стање” каже Дјуријан. “Истраживање критичне тачке пена је оно што ће експеримент ФОАМ покушати да уради”.

Пене, које могу да се понашају и као чврсте материје, су састављене, као што смо рекли, делом од гаса а делом од течности. Шта за супстанцу са таквом структуром значи да ће променити фазу? Дјуријан објашњава то на следећи начин: Критична тачка пене се достиже када је удео течности толико велики (отприлике 37% запремине) тако да су мехури ваздуха потпуно сферни и додирују један другог само у једној тачки, као гомила челичних кугли у посуди. У том тренутку пена престаје да се понаша као получврста скупина мехура и почиње да личи на мехурове који плутају унутар течности – тип фазног прелаза.

Наравно, уколико желимо да нам експеримент са достизањем критичне тачке успе, течност у пени мора бити хомогено распоређена, са горепоменутом процентуалном заступљеношћу. Међутим, постићи те услове у лабораторијским условима на Земљи није нимало једноставно, напротив. “Немогуће је истражити критичну тачку пене у



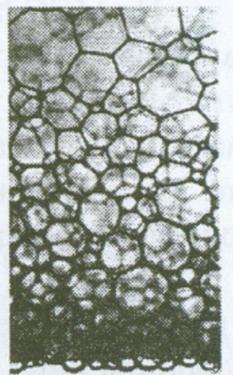
Унутрашња структура пене у условима близу критичне тачке.

условима који владају на Земљи, али у свемиру то можемо да урадимо сасвим добро”, тврди Дјуријан. Ево и зашто. Сила теже на површини Земље изазива згушњавање пене при дну посуде у којој се налази, нарочито ако је она релативно влажна тј. ако је удео течности у њој близу 37% (случај када је пена у условима који су блиски условима око критичне тачке). Брзо гомилање на дну посуде ствара мехурове необичних равних страна, а само 5% течности плива на врху која врло брзо испарава, тако да су услови за достизање критичне тачке (хомогено распоређена течност и кружни облик мехура) недостижни.

“У орбити нема згушњавања и сушења пене, тако да је можемо лако довести до критичне тачке и онда је на миру испитивати”, каже Дјуријан. А како се испитује и проучава пена? Очигледно је не можете додиривати јер ће мехури пући и потпуно пореметити структуру пене. На неки начин истраживачи треба да пронађу одговарајући поступак да би могли да мере особине пене а да не поремете њену структуру. Одговор лежи, како каже Дјуријан, у коришћењу светлосних зрака.

Током протеклих отприлике 10 година, Дјуријанова истраживачка група у *UCLA* са другим колегама је развијала начине да користе зраке светлости (видљиви део спектра) да би мерили величину, влажност и кретање мехура у пени. Ове технике су основне за ФОАМ експеримент.

Код једне методе назване “дифузионо-трансмисиона спектроскопија”, научници осветле пену зраком светлости и мере колико светлости достигне тачку на другој страни. У пени са само неколико веома великих мехура, већина светлости ће проћи праволинијски са мало интерференције; у пени са много танких мехура светлост ће се расејати на њиховим мембранама. Мерећи колико светлости стигне на супротну страну пролазећи кроз пену, и шта се са том светлошћу догодило, омогућава научницима да израчунају средњу величину мехура. Кретање мехура може бити детектовано помоћу монохроматске светлости (светлости само једне таласне дужине). Када ласерски сноп пролази кроз пену мембране мехура у кретању изазива мали Доплеров ефекат, промену фреквенције – дакле боју светлости. Уочавање ове мале промене у фреквенцији светлости говори истраживачима колико се мехурови брзо крећу и у ком смеру. Ова техника се зове “дифузно-таласна спектроскопија”.



Згушњавање пене при дну у условима на површини Земље онемогућава достизање критичне

На МСС ће, у специјалном апарату ФОАМ експеримента, бити формирана једноставна пена слична оној свакодневној. Дјуријан и колеге ће моћи да управљају експериментом са Земље и изабраће однос течности и гаса тако да пена буде близу критичне тачке. Онда ће да упуте ласерски сноп кроз пену да би истражили како се она увија и деформише механичким путем.

"Циљ је", каже Дјуријан, "да се открије како се унутрашња структура пене мења док њена еластичност нестаје". Подаци који се буду добили биће фундаментални. Они ће занимати свакога ко жели да направи неки експеримент са пеном, или свакога ко жели да направи нову, комплетнију него до сада, физичку теорију пене. Иако свакодневна и обична, пена са којом се стално сусрећемо још увек има доста тајни. Можда и ви ускоро неку од њих откријете помажући вашим родитељима у прању судова.

### ЗА УЧЕНИКЕ КОЈИ ВОЛЕ ДА ДУБОКО МИСЛЕ...

#### Решења из прошлог броја

Припремио: Томислав Петровић, Физички факултет, Београд

3. Дечак треба да подигне једну ногу. Како је  $p = F/S$ , ослањањем само на једну ногу, дошло је до смањења површине  $S$  два пута, па је тада притисак постао два пута већи.

4. Вода може да смрзне на  $0^{\circ}\text{C}$  ако јој се на неки начин одузима топлотна енергија. На тој истој температури лед ће се топити уколико прима латентну топлоту топлења. Како и ваздух има температуру  $0^{\circ}\text{C}$  у наведеном случају постоји стање топлотне равнотеже тј. не врши се топлотна размена са околином. Према томе, оба дечака греше.

### ПРЕПОРУЧУЈЕМО

"Зборник радова са X конгреса физичара Југославије - Књиге I и II"

Уредници: проф. др Божидар Милић и др Драган Маркушев

Издање Друштва физичара Србије

Зборник садржи сва предавања и постер саопштења приказана на X конгресу физичара Југославије одржаном у Врњачкој Бањи од 26. до 29.3.2000. године.

Цена Књиге I: 240 дин. + ПТТ

Цена Књиге II: 260 дин. + ПТТ

## АКТУЕЛНО

### Колико знамо о води на Марсу

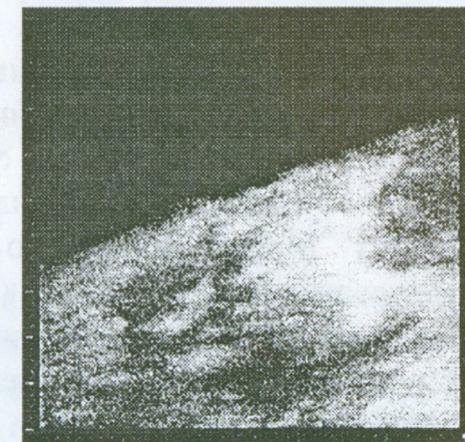
Ратомирка Милер

астрофизичар, Београд

Можда због боје, близине или нечег трећег, Марс је одувек код људи изазивао знатижељу, а понекад доводио њихову машту до усијања. Сетите се само панике (о којој сте сигурно читали) коју је изазвала радио-драма Орсона Велса (*Orson Welles*) "Рат светова" (*The War of the Worlds*) 1938. године. Многи слушаоци су били спремни да поверују у постојање Марсоваца.

О Марсу сам већ писала у "Младом физичару" у бројевима 69 и 70 и препоручујем вам да те чланке прочитате. Ту ћете прочитати да су почев од 1960. године према Марсу биле упућене многе летелице (преко 30) са циљем да открију његове загонетке и тајне. Прве значајне снимке послао је средином 1965. године "Маринер 4", лансиран 28. новембра 1964. године. Последње летелице, које су потврдиле постојање воде на Марсу, су биле "Дух" ("*Spirit*" - лансиран 10.6.2003) и "Прилика" ("*Opportunity*" - лансиран 7.7.2003.). Већ у јануару 2004. године добијени су нови снимци о Марсу. Око Марса кружи и летелица "Марс одисеја" ("*Mars Odyssey*"), на којој се налазе снажне антене и разне, врло прецизне камере.

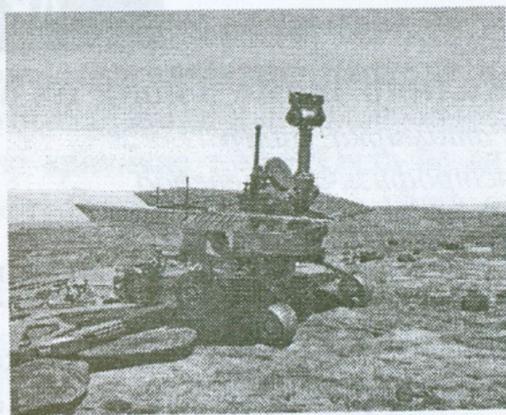
Спектралне линије у спектру добијеном са Марса нам говоре који минерали су присутни на планети, али нам дају и информацију о води и факторима околине. Већ је било речи о томе да црвена боја на Марсу потиче од оксида гвожђа, а спектрометри на "Марс одисеји" (MINI - TES) и самоходним возилима открили су да су камење и тле Марса састављени од различитих минерала, као што су силикати, сулфати, карбонати и оксиди гвожђа. Минерали могу да нам "испричају" како су се формирали камење и тле и шта се од тада дешавало на њима. О минералима на Марсу знамо доста из проучавања метеорита који су са Марса пали на Земљу. За сада имамо само делове велике "слагалице" и недостају многи делови да би слика била комплетна. Потребно је проучити камење и тле из разних области



Прва слика Марса изблиза, добијена са "Маринера 4", 15.7.1965. године.

Марса да би се добила јаснија слика, можда чак и докази живота на Марсу.

"Црвена планета" је данас сува и неплодна, али да ли знамо каква ће бити касније? Лаици, а и неки научници, верују да је Марс био сличан Земљи – топао, влажан и са вегетацијом. Ово мишљење је трајало до тренутка спуштања прве летелице на површину планете – "Маринера 9", али највише снимака (52 000) послао је "Викинг 1", који се спустио 20.7.1976. године.



"Дух" ("Spirit") - лансиран 10.6.2003.)  
јануара 2004. године на Марсу.

На свим тим снимцима открили смо прави Марс – планету прекривену кратерима угашених и активних вулкана, сувљу од Сахаре и хладнију од Антарктика, окружену слабом атмосфером. Дрвећа, канала и Марсоваца није било. Следеће мисије су потврдиле нову загонетку: Марс је некада био влажан, јер фотографије које су послате са последње две летелице ("Дух" и "Прилика"), откривају знаке некадашњих река, језера, а можда чак и океана. То је могло бити можда пре милијарду година, али се тада нешто десило – не знамо за сада шта – и планета је постала огромна пустиња.

Џејмс Гервин (*James Garvin*), шеф научног тима за истраживање Марса при америчкој организацији НАСА, рекао је да је вода могла да тече по Марсу буквално "и до јуче или до прошле године". Снимци показују да вода лежи испод тла Марса, на малој дубини. Шта више, временски услови би могли бити сасвим довољан узрок да се сваких неколико векова вода пење на површину, а затим поново нестаје испод ње.

Подаци о постојању воде на малој дубини испод тла, добијени су 2000. године када је камера – "Mars Orbiter Camera" (МОС) - са летелице "Општи мерач тла Марса" ("Mars Global Surveyor"), учила на стотине финих – филигранских кањонских система. Поједини кањони били су широки по 10 m, а цео систем кањона био је величине десетак градских блокова. Неколико десетина кањона појављује се на осенченој страни (паддини) поларних капа. Њихов изглед сугерише да би се вода – величине базена за пливање – могла налазити испод површине. Када изненада температура порасте довољно да се лед истопа на површини капа, сва вода може да појурити низ стрмину, претпоставља Џ. Гервин.

Планетарни геолог, Мајк Мелин (*Mike Malin*), према изгледу кањонских система, који су оштрих ивица очишћених ветром, не тако

давно насталих, мисли да је Марс доживео велике, стогодишње климатске промене, при чему је вода могла да избије из тла и поново се врати доле. И за Гервина је научно чудо да вода постоји у неким областима на свега 500 m испод површине и да се можда ради о динамичком кружењу воде, које се и даље дешава.

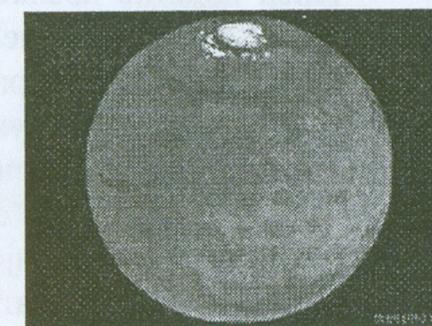
Открића добијена захваљујући камери МОС, потврђени су подацима које је дао инструмент "Mars Orbiter Laser Altimeter" (МОЛА). У току 27 месеци (Марсова година траје 687 дана) инструмент је свакога дана, изузетно прецизно, мерио висину леда поларних капа. Бележио је колико се лед нагомилава зими а смањује (сублимацијом) лети и то на обе хемисфере. Тако је утврђено да је запремина леда капа величине Гренланда на Земљи. Иако је ледена кора на површини капа од угљен-диоксида ("суви лед"), научници су убеђени да је највећи део садржаја поларних капа залеђена вода. Њихово убеђење је базирано на томе да "суви лед" не може да се подигне до висине од преко 3 km.

МОЛА и МОС су измерили како и колико се лети смањују поларне капе на свакој хемисфери. Њихово смањење је тако велико, да ако би трајало само неколико векова, скоро трећина поларних капа би испарила у атмосферу Марса. Међутим, то би подигло атмосферски притисак од садашњих 6 mbar до 30 или 40 mbar (на Земљи је он 1000 mbar). То би био довољно висок притисак за стабилност воде на површини планете, уз одређене температурске услове. Можда је то навело научника Џ. Гервина да изјави да су пре једног или два века постојала "језерца воде" због благе климе на Марсу и да су она обележила његову површину малим оазама у пустињи. То се можда може поново десити.

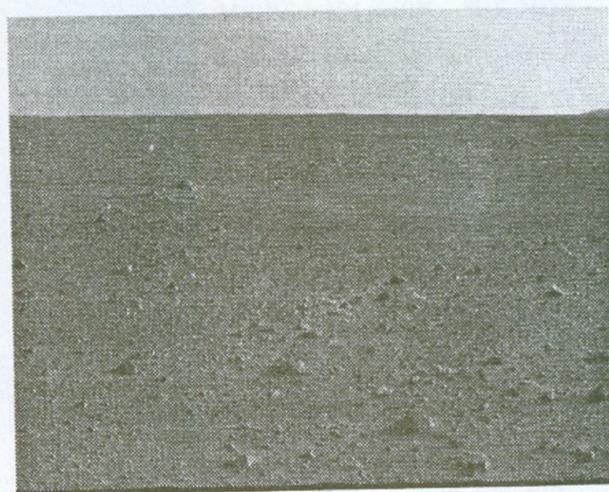
Све ово нас води и ка увек актуелном питању да ли је на Марсу било живота или га и сада има? Када бисмо могли да нађемо сигуран



"Острвца" на Марсу - доказ  
некадашњих бујица.



Поларна капа на Марсу.



Поглед на камену пустињу на Марсу.

доказ о сачуваној води на Марсу, можда би астробиолози могли да нам одговоре делимично на ово питање. Потрага за водом на Марсу је била главна мисија свемирске летелице "Mars Odyssey", чија је снажна антена активирана 6.2.2002. године и чији инструменти су почели да праве карту Марса при крају фебруара 2002. године. Мултиспектрална камера са ове летелице снимала је симултано Марс у инфрацрвеној области спектра у интервалу таласних дужина од  $8 \mu\text{m} - 20 \mu\text{m}$ . Камера је имала невероватно добру раздвојну моћ тј. могла је да сними области величине фудбалског терена. Она је тражила трагове истицања лаве, вулканска гротла или подземне резервоаре воде.

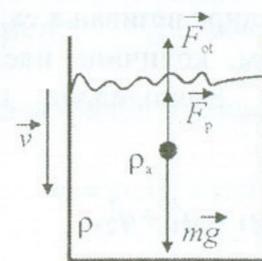
Први податак послат је већ 1. марта 2002. године и довео до поларизације мишљења међу научницима. У току прве недеље спектрометар са ње, који је радио у области гама зрачења, детектовао је веће количине водоника у јужној поларној области Марса, који можда указује на присуство залеђене воде на малој дубини испод површине тла. "Ова почетна запажања су врх леденог брега", закључио је Гевин.

Нови подаци, добијени са летелица "Spirit" и "Opportunity" сугеришу да дуга и невероватна прича о води на Марсу још није готова, уствари сада је тек почела. Можда ће нас она довести до невероватних открића и дати подстицај идеји о могућности живота људи на Марсу.

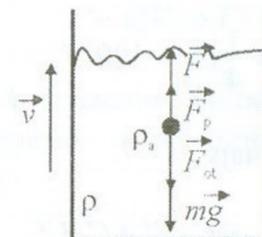
### Литература:

- [1] "Васнона", 2003, број 5  
 [2] [www.firstscience.com/site/articles](http://www.firstscience.com/site/articles)  
 [3] "Млади физичар", 1998/99, бројеви 69 и 70

## РЕШЕЊА ЗАДАТАКА ИЗ БРОЈА 93



Слика P7.8.a.



Слика P7.8.b.

$$F + F_p = F_{ot} + mg, \quad (5)$$

$F_{ot} = bv$  тј. иста као у првом случају јер је брзина по интензитету иста. Зато можемо ту силу изразити из једначине (2) као:

$$F_{ot} = mg - F_p,$$

и заменити у једначини (5).

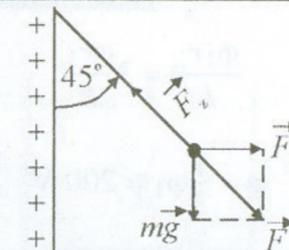
$$F + F_p = mg - F_p + mg, \quad (6)$$

$$F = 2mg \left(1 - \frac{\rho}{\rho_a}\right) \quad (7)$$

$$F = 1,407 \text{ N.}$$

### VIII разред

**P8.5** На куглицу делују: сила затезања  $F_z$ , сила теже  $mg$  и електростатичка сила плоче  $qE$ . Њихова резултанта је нула јер је куглица у равнотежи (види слику P8.5):



Слика P8.5.

$$F_z + mg + F_{el} = 0,$$

а  $F_{el} = qE$ . Из услова задатка да конач закљапа угао од  $45^\circ$ , следи:

$$mg = qE,$$

$$\frac{\rho 4\pi r^3 g}{3} = qE,$$

$$E = \frac{4\pi \rho r^3 g}{3q} = 372,6 \frac{\text{N}}{\text{C}}.$$

Поље плоче је хомогено.

**P8.6** Потенцијал прве куглице је:

$$\phi_1 = k \frac{q_1}{r_1}, \quad q_1 = \frac{\Phi_1 r_1}{k}, \quad (1)$$

Када се куглице споје, оне заједно са проводником чине еквипотенцијалну површину тј. имају исти потенцијал:

$$\phi = k \frac{q_1'}{r_1} \quad \text{и} \quad \phi = k \frac{q_2'}{2r_1}. \quad (2)$$

Из закона одржања количине наелектрисања следи:

$$q_1 = q_1' + q_2', \quad (3)$$

Из једначине (2) следи једнакост  $q_2' = 2q_1'$ . Ако ово и релацију (1) заменимо у релацију (3), добија се:

$$\frac{\varphi_1 r_1}{k} = 3q_1',$$

$$\frac{\varphi_1 r_1}{k} = 3 \frac{\varphi_1 r_1}{k},$$

$$\varphi = \frac{1}{3} \varphi_1 = 200 \text{ V.}$$

**P8.7** По дефиницији, капацитивност проводника је:

$$C = \frac{q}{\varphi}, \quad (1)$$

где је

$$\varphi = k \frac{q}{R}. \quad (2)$$

Комбиновањем релација (1) и (2) добијамо:

$$C = \frac{qR}{kq} = \frac{R}{k},$$

$$R = kC = 0,9 \text{ m.}$$

Јачина електричног поља је:

$$E = k \frac{q}{R^2}.$$

Пошто је из релације (2)

$$q = \frac{R\varphi}{k},$$

следи да је јачина електричног поља на површини сателита

$$E = \frac{\varphi}{R} = 100 \frac{\text{V}}{\text{m}}.$$

**P8.8** У првом случају, количина наелектрисања на првом кондензатору пре паралелне везе биће

$$q_1 = C_1 U_1.$$

После паралелног везивања са другим кондензатором, количина наелектрисања  $q_1$  се расподељује на два кондензатора;

$$q_1 = q_1' + q_2',$$

$$C_1 U_1 = C_1 U + 3C_1 U,$$

$$U = \frac{1}{4} U_1 = 100 \text{ V.}$$

У другом случају:

$$C_1 U_1 = C_1 U' + C_2 U',$$

$$C_1 (U_1 - U') = C_2 U',$$

$$C_1 = \frac{C_2 U'}{(U_1 - U')} = 5 \times 10^{-7} \text{ F.}$$

**Задатке припремила:**

*Ратомирка Милер  
астрофизичар, Београд*

**Рецензент:**

*проф. др Светозар Божин  
Физички факултет, Београд*

## РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

### VI разред

**P6.9.** Маса смеше износи:

$$m = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2,$$

а запремина

$$V = k(V_1 + V_2),$$

где је  $k$  тражени однос. Запремину дефинишемо као однос масе и густине:

$$V = \frac{m}{\rho},$$

$$k(V_1 + V_2) = \frac{(\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2)}{\rho},$$

$$k = \frac{(\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2)}{\rho(V_1 + V_2)} = 0,98 = 98 \%.$$

Видимо да запремина смеше представља 98% од збира првобитних запремина алкохола и воде.

**P6.10.** Укупан притисак на дно суда је:

$$p = p_a + p_1 + p_2,$$

$$p = p_a + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2,$$

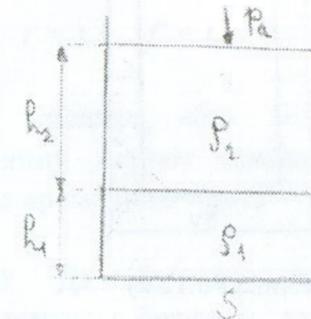
$$\rho_2 g h_2 = p - \rho_1 g h_1 - p_a,$$

$$h_2 = \frac{(p - \rho_1 g h_1 - p_a)}{\rho_2 g} = 0,5 \text{ m.}$$

Маса воде је:

$$m_1 = \rho V_1,$$

где је  $V_1 = S h_1$ .



Слика P6.10

Ако површину изразимо у метрима ( $S = \text{m}^2/200$ ), маса воде износи

$$m_1 = \rho_1 S h_1 = 1,5 \text{ kg.}$$

Маса уља је:

$$m_2 = \rho_2 S h_2 = 1,95 \text{ kg.}$$

**P6.11.** Маса воде је:

$$m_V = \rho_V V_1 = 2 \text{ kg.}$$

Сада можемо израчунати масу суда:

$$m_S = m - m_V = 10 \text{ kg,}$$

а

$$m_S = \rho_S (V_2 - V_1),$$

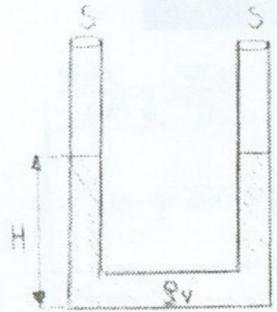
$$V_2 = \frac{(m_S + \rho_S V_1)}{\rho_S} = 6 \text{ l} = 3 \frac{\text{m}^3}{500}.$$

Маса течности (глицерина) која је усута уместо воде мора бити:

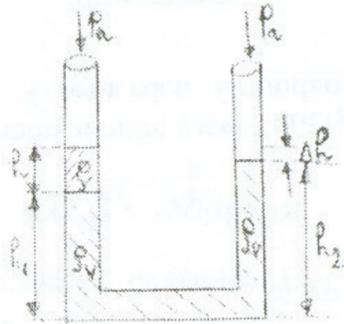
$$m_t = 2 \text{ kg, а } m_t = \rho_t V',$$

$$V' = \frac{m_t}{\rho_t} = 1,6 \text{ l} = 0,0016 \text{ m}^3.$$

Сада можемо израчунати тражени однос:



Слика Р6.12 а)



Слика Р6.12 б)

$$k = \frac{V'}{V_1} = \frac{1,61}{1,21} = 0,8 = \frac{4}{5}$$

Та друга течност (глицерин) је заузела запремину  $\frac{4}{5}$  од  $V_1$ .

**Р6.12** Збир висина воде у обе цеви је  $2H$  и он се не мења када се у леву цев успе уље. То значи да је

$$h_2 = 2H - h_1$$

(види слику Р.6.12.б). Висина уља је:

$$h = \frac{V}{S} = 10 \text{ cm.}$$

По Паскаловом закону притисак се равномерно преноси кроз течност, тако да су притисци на дно у обе цеви једнаки:

$$\rho gh + \rho_v gh_1 + p_a = \rho_v gh_2 + p_a,$$

$$\rho h = \rho_v(2H - h_1) - \rho_v h_1,$$

$$\rho h = 2\rho_v(H - h_1),$$

$$h_1 = H - \frac{\rho h}{2\rho_v} = 46 \text{ cm.}$$

$$h_2 = 54 \text{ cm.}$$

Разлика нивоа износи:

$$\Delta h = h + h_1 - h_2 = 2 \text{ cm.}$$

Притисак на дно је:

$$p = p_a + \rho gh_2 = 105,4 \text{ kPa.}$$

### VII разред

**Р7.9** Применићемо закон одржања енергије. На старту скијаш има само гравитациону потенцијалну енергију, а на циљу, гравитациону потенцијалну енергију и кинетичку енергију. Међутим, део енергије скијаш је утрошио да савлада силу трења на стази.

$$mgh_1 = mgh_2 + \frac{mv^2}{2} + A_{tr},$$

$$A_{tr} = m\left(g\Delta h - \frac{v^2}{2}\right) = 364 \text{ kJ.}$$

Пут који је прешао (види слику Р.7.9) износи:

$$s = 2\Delta h = 1000 \text{ m.}$$

Рад силе трења је:

$$A_{tr} = F_{tr}s,$$

па је

$$F_{tr} = \frac{A_{tr}}{s} = 364 \text{ N.}$$

**Р7.10** Корисна снага ( $P_k$ ) је оно што дизалица треба да уради за неко време  $t_1$  тј. да подигне блок на висину  $h$  и при томе изврши рад  $mgh$  против силе теже:

$$P_k = \frac{mgh}{t_1}$$

Коефицијент корисног дејства је:

$$\eta = \frac{P_k}{P_{ul}}$$

где је  $P_{ul} = 625 \text{ W}$ .

$$\eta = \frac{mgh}{t_1 P_{ul}}$$

$$t_1 = 60 \text{ s.}$$

То значи да је дизалица попела блок на висину од  $10 \text{ m}$  за  $60 \text{ s}$ . Тада се конопци кидају и блок пада. Израчунаћемо прво укупно време  $t_2$  слободног падања блока:

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1,41 \text{ s.}$$

Укупно време кретања блока је

$$t = t_1 + t_2 = 61,41 \text{ s.}$$

Време за које је блок прешао другу половину висине  $t''$  налазимо као разлику времена  $t_2$  и  $t'$ , где је  $t'$  време за које је прешао прву половину висине (види слику Р.7.10).

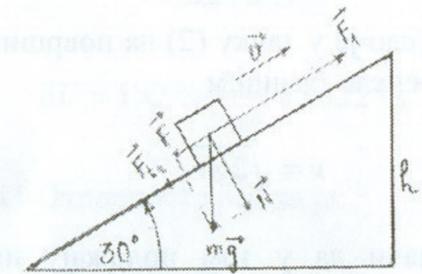
$$\frac{h}{2} = \frac{gt'^2}{2},$$

$$t' = \sqrt{\frac{h}{g}},$$

$$t' = 1 \text{ s}, t'' = t_2 - t' = 0,41 \text{ s.}$$

Шта мислите, због чега је другу половину висине прешао за много краће време него прву?

**Р7.11** Да би се блок кретао константном брзином, вучна сила  $F_1$



Слика Р7.11.

мора по интензитету бити једнака збиру силе  $F$  (компоненте силе теже) и силе динамичког трења  $F_{tr}$ :

$$F_1 = F + F_{tr},$$

где су:

$$F = \frac{mg}{2},$$

$$F_{tr} = \mu N = \mu mg \frac{\sqrt{3}}{2},$$

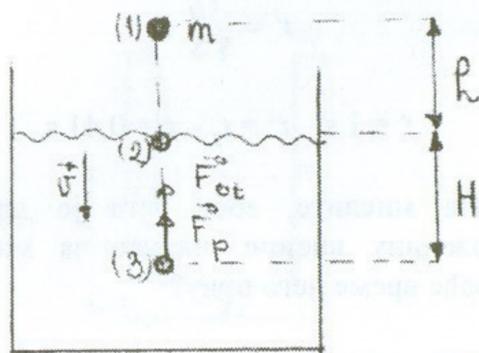
$$F_1 = \frac{mg}{2}(1 + 1,73\mu) = 1346,4 \text{ N.}$$

Пут који блок пређе до врха стрме равни је

$$s = 2h = 4 \text{ m,}$$

тако да је извршени рад:

$$A = F_1 s = 5385,6 \text{ J.}$$



Слика P7.12.

**P7.12** Тело је у тачку (2) на површини воде доспело брзином

$$v = \sqrt{2gh}$$

што значи да у том положају има укупну енергију:

$$E_2 = mgH + \frac{mv^2}{2} = mg(H+h)$$

При кретању кроз воду, тело потроши ову енергију вршећи рад против сила потиска и отпора:

$$E_2 = A,$$

$$mg(H+h) = H(F_p + F_{ot}),$$

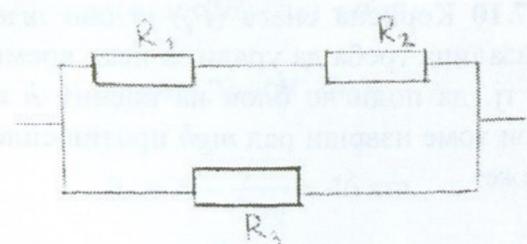
$$\rho V g(H+h) = H(\rho V g + F_{ot}),$$

$$H = \frac{\rho g V h}{(F_{ot} + gV(\rho V - \rho))}$$

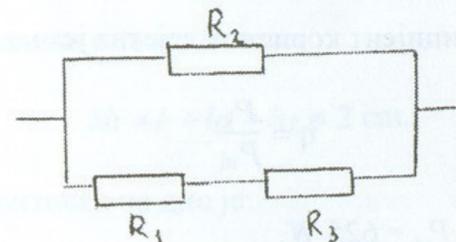
### VIII разред

**P8.9 a)** Отпорнике треба везати на следећи начин (види слику P.8.9.a):

$$R_{e1} = R_1 + R_2 = 16 \Omega.$$



Слика P8.9 a)



Слика P8.9 б)

Овај отпорник отпорности  $R_{e1}$  је паралелно везан са отпорником отпорности  $R_3$ , тако да је:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_{e1}} + \frac{1}{R_3},$$

$$R_e = \frac{R_{e1}R_3}{(R_{e1} + R_3)} = 3,2 \Omega.$$

б) Други начин везивања видите на слици P.8.9.б.

$$R_{e1} = R_1 + R_3,$$

$$R_{e1}' = 10 \Omega.$$

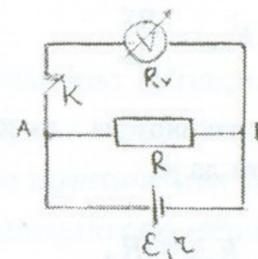
Из паралелне везе  $R_{e1}$  и  $R_2$  следи:

$$R_{e1}' = R_2,$$

$$R_e = \frac{R_2}{2},$$

$$R = 5 \Omega.$$

Урадите сами све преостале могуће комбинације и израчунајте одговарајуће  $R_e$ .



Слика P8.10.

**P8.10** Без волтметра напон  $U_{AB} = IR$ , где је

$$I = \frac{E}{(R+r)},$$

$$U_{AB} = \frac{ER}{(R+r)} = 163,64 \text{ V.}$$

што је тачна вредност напона. Укључивањем волтметра прекидачем К, мења се укупна отпорност струјног кола, јачина струје а тиме и напон  $U_{AB}$ . То значи да коришћењем инструмента уносимо грешку у одређивању напона (осим ако би се радило о идеалном волтметру чија је отпорност бесконачна). Израчунаћемо еквивалентну отпорност између тачака А и В када је прикључен волтметар:

$$\frac{1}{R_{e1}} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R}, R_{e1} = 40 \Omega.$$

Нова вредност јачине струје износи:

$$I_1 = \frac{E}{(r + R_{e1})} = 4 \text{ A,}$$

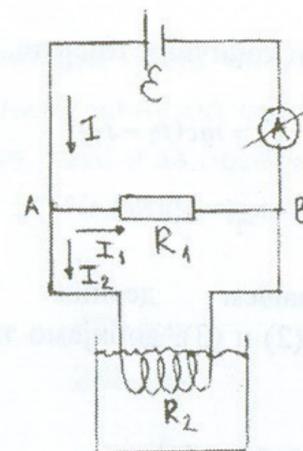
а напона

$$U'_{AB} = I_1 R_{e1} = 160 \text{ V.}$$

Апсолутна грешка мерења напона је:

$$\Delta U = U_{AB} - U'_{AB} = 3,64 \text{ V.}$$

Релативна грешка износи:



Слика P8.11.

$$\delta U = 100\% \frac{\Delta U}{U_{AB}} = 2,22\%.$$

**P8.11** Отпорност грејача је:

$$R_2 = \frac{\rho l}{S} = 30 \Omega.$$

Струја у колу према првом Кирхофовом правилу износи:

$$I = I_1 + I_2. \quad (1)$$

Пошто су отпорници везани паралелно, на истом су напону  $U_{AB}$  тј:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2,$$

$$I_1 \times 45 \Omega = I_2 \times 30 \Omega, I_2 = 1,5 I_1.$$

Ако то заменимо у једначину (1), можемо израчунати јачине струја  $I_1$  и  $I_2$ :

$$I = I_1 + 1,5 I_1, I_1 = \frac{I}{2,5} = 4 \text{ A}, I_2 = 6 \text{ A.}$$

Према Џул – Ленцовом закону, количина топлоте коју грејач преда води за време  $t$  износи:

$$Q = I_2^2 R_2 t. \quad (2)$$

Вода прими количину топлоте:

$$Q = mc(t_2 - t_1), \quad (3)$$

где је

$$t_2 = 100^\circ\text{C}.$$

Изједначавањем десних страна једначина (2) и (3), добијамо тражено време:

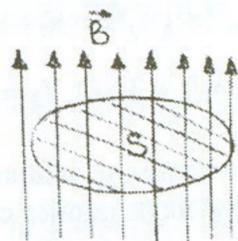
$$t = \frac{mc(t_2 - t_1)}{I_2^2 R_2} = 622,2 \text{ s}.$$

**P8.12** Према Фарадејевом закону електромагнетне индукције, у проводнику се индукује  $E_{\text{msi}}$  због промене магнетног флукса.

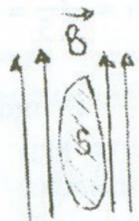
$$E_{\text{msi}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{(\Phi_2 - \Phi_1)}{\Delta t},$$

$$E_{\text{msi}} = \frac{(\Phi_1 - \Phi_2)}{\Delta t}.$$

Флукс  $\Phi_1 = BS$ , а  $\Phi_2 = 0$  јер је равна проводника паралелна линијама силе (види слику P.8.12.б). Ако то заменимо у израз за  $E_{\text{msi}}$ :



Слика P8.12.а.



Слика P8.12.б.

$$E_{\text{msi}} = \frac{BS}{\Delta t}. \quad (1)$$

Из Омовог закона за цело коло можемо писати да је:

$$E_{\text{msi}} = IR,$$

а

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t},$$

$$E_{\text{msi}} = \frac{\Delta q R}{\Delta t}. \quad (2)$$

Ако изједначимо десне стране једначина (1) и (2), добијамо:

$$\frac{\Delta q R}{\Delta t} = \frac{BS}{\Delta t}, \quad \Delta q = \frac{BS}{R} = 10^{-6} \text{ C}.$$

Задатке припремила:

*Ратомирка Милер  
астрофизичар, Београд*

**Рецензент:**

*проф. др Светозар Божин  
Физички факултет, Београд*

Часопис "Млади физичар" излази у **четири** броја током једне школске године. Путем претплате обезбедићете себи нижу цену од оне у малопродаји. Можете се претплатити како за редовне бројеве, тако и за посебне свеске, током читаве године по следећим ценама које важе од 01.10.2003. године:

**за школе и установе:**

годишња (четири броја)	480 дин
полугодишња (два броја)	240 дин

**за појединце:**

годишња (четири броја)	440 дин
полугодишња (два броја)	220 дин

Велике погодности наручиоцима са више од пет претплатника. За ближе информације позовите Редакцију. Цене редовних бројева, како за основну ("О"), тако и за средњу школу ("С"), су исте.

Претплата се врши на жиро рачун Друштва физичара Србије:

**205-25694-24**

Копију уплатнице са потпуном адресом и назнаком сврхе уплате (свеска "О", свеска "С" или посебна свеска) обавезно послати поштом или факсом на адресу:

Редакција часописа "Млади физичар"

Прегревица 118, 11080 Београд-Земун

факс: 011-31-62-190

e-mail: mf@phy.bg.ac.yu

За сва питања у вези претплате, и часописа, можете се обратити Редакцији и телефоном 011-31-60-260, локал 166. Часопис можете набавити и у књижари "Студентски трг", тел: 011-185-295.

Издавач задржава право промене цена претплате због поремећаја на финансијском тржишту.

**БИВШИ УРЕДНИЦИ ЧАСОПИСА**

(1976/77) Ђорђе Басарић и Слободан Жегарац, (1977/78) Душан Ристановић и Драшко Грујић, (1978/79-1981/82) Љубо Ристовски и Душан Коледин, (1982/1983) Душан Коледин, Драгана Поповић и Јаблан Дојчиловић, (1983/84-1986/87) Драшко Грујић, (1991/92-1993/94) Јаблан Дојчиловић, (1994/95-1996/97) Томислав Петровић, (1997/98) Александар Стаматовић, (1998/99) Душан Арсеновић