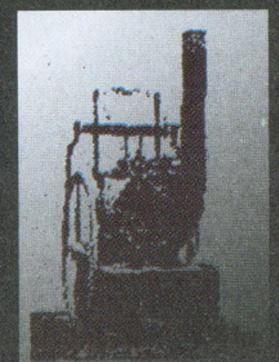
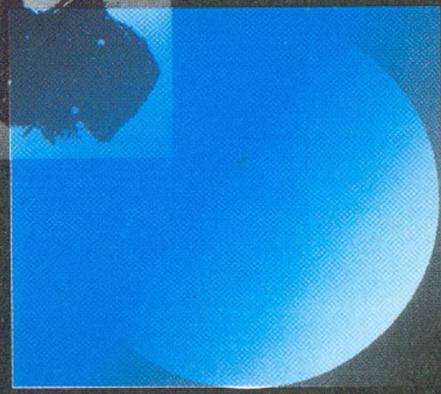


# млади 03/04 92 "0" ФИЗИЧАР

ИЗДАВАЧ ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

YU ISSN 0351-5575



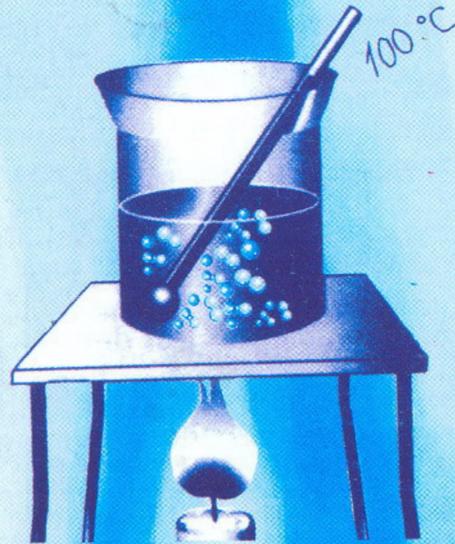
34<sup>th</sup> ТРНО  
2003  
August 2-11 Taiwan

ТЕМА БРОЈА: Досије Супермен  
ВЕЛИКАНИ ФИЗИКЕ: Леонар Сади Карно

## РУКА У ТЕСТУ

### НАУКЕ У ОСНОВНОЈ ШКОЛИ

Приказ  
Жорж Шарпак



Друштво физичара Србије  
Београд, 2003.

ГОДИНА XXVII број 92 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  
 e-mail: dfs@phy.bg.ac.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, октобар 2003

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!

Драго ми је да сте и после летње паузе поново са нама. Уколико сте успели да се одморите и прикупите довољно енергије за будући рад, надам се да ће вам и ова школска година протећи без већих напора. Ми ћемо се, као Редакција, трудити да квалитетом и занимљивошћу чланака и задатака задржимо вашу пажњу и омогућимо вам да употпуните своје знање и сазнате нешто ново. Зато од вас, као наших читалаца, очекујемо активну сарадњу.

На почетку желим да се захвалим свим претплатницима, како појединцима тако и школама, на претплати и сарадњи у протеклој школској години. Посебно бих напоменуо веома успешну сарадњу са Републиком Српском, наставницима физике гимназије у Крушевцу и колегама из Подружнице Друштва физичара Србије у Нишу. И ове године, као и претходних, ђаци основне школе "Уједињене нације" у Београду предњаче у решавању наших задатака. Редакција им се захваљује на томе, и потрудиће се да их награди са извесним бројем бесплатних примерака нашег часописа за ову школску годину.

Уколико имате неку идеју, пишите нам шта је то што би вас занимало, а о чему до сада нисмо писали. Такође нас интересује које су ваше примедбе у погледу садржаја и изгледа часописа.

План који смо имали и о нашем представљању на интернету остварио се. На интернет страници Друштва физичара Србије ([www.dfs.org.yu/Mladi\\_fizicar-glavna.htm](http://www.dfs.org.yu/Mladi_fizicar-glavna.htm)) можете погледати шта све можемо да вам понудимо и кроз овај посебан вид комуникације. Оно што планирамо за убудуће, то је да неким својим чланцима покушамо да укажемо на теме које треба да уђу у редовни програм наставе физике и астрономије у оквиру нових планова и програма те реформе школства која је тренутно актуелна на овим нашим просторима.

С поштовањем,

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



## САДРЖАЈ

## 3 УКРАТКО

## 6 ТЕМА БРОЈА

## 6 Досије Супермен

Приредили: Владимир Стојановић

и Драган Маркушев

Институт за физику, Београд-Земун



## 12 ВЕЛИКАНИ ФИЗИКЕ

## 12 Леонар Сад Карно

(Leonard Sadi Carnot, 1796 – 1832)



## 15 ДА ЛИ ЗНАТЕ ...

## 15 Колико брзо се крећу молекули у ваздуху?

Иван Гутман, Бранислав Чабрић

и Ненад Стевановић

ПМФ, Крагујевац

 $P(v)$ -?

## 18 ОЛИМПИЈАДА 2003

## 18 XXXIV Олимпијада из физике



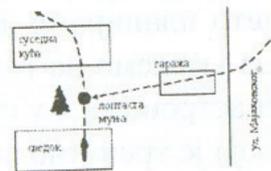
## 21 ЗАНИМЉИВОСТИ

## 21 Два сведочења о лоптастој муњи

Ана Николић, Вукота Бабовић\*

Друга крагујевачка гимназија, Крагујевац

\*ПМФ Крагујевац



## 28 Хлађење испаравањем

Чланци из књиге "Занимљива физика" од Ј. Перелмана

Одабрао и приредио Светозар Божин,

Физички факултете, Београд



## 31 ЗАДАЦИ

## УКРАТКО

## Нова потрага за лоптастим муњама

23. септембар 2003.

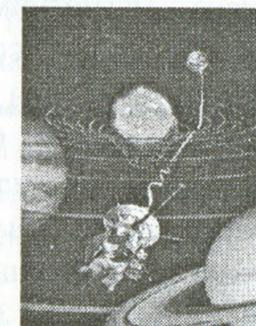
Лоптаста муња – спора лопта која светли и која се каткада види при тлу током грмљавине – збуњивала је научнике деценијама. Било је такође извештаја о лоптастим муњама у авионима, али је порекло ове појаве остала непознаница. Џон Гилман (John Gilman) са Калифорнијског универзитета (University of California) у Лос Анђелесу (Los Angeles) је предложио да се једна особина лоптасте муње – кохезија, која јој одржава целовитост током десетина секунди – објасни помоћу Ридбергових атома (J. Gilman, 2003, *Appl. Phys. Lett.* **83** 2283). Ипак, други истраживачи у овој области се са тим не слажу. Истраживања се настављају.



## Општа релативност је положила Касинијев тест

24. септембар 2003.

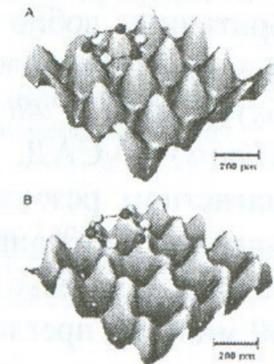
Италијански астрофизичари су потврдили предвиђања Ајнштајнове (Einstein) опште теорије релативности са тачношћу која је око 50 пута боља од претходних мерења. Бруно Бертоти (Bruno Bertotti) са Универзитета у Павији (University of Pavia) је са колегама из Рима (Roma) и Болоње (Bologna) мерио како радио – таласи послати са Земље ка Касинијевом (Cassini) сателиту и одбијени назад скрећу под дејством Сунца (B. Bertotti et al. 2003, *Nature* **425** 374). Њихови резултати чија је тачност 20 делова на милион, слажу се са предвиђањима опште теорије релативности.



## Скривени атоми графита изнешени на видело

29. септембар 2003.

Кристални графит се рутински користи за калибрацију скенирајућег тунелског микроскопа јер је његова површина чиста и равна до нивоа атомске скале. Ипак, скенирајући тунелски микроскоп детектује само половину угљеникових атома у основној ћелији хексагоналних површина. Сада је Штефан Хембахер (Stefan Hembacher) са колегама на



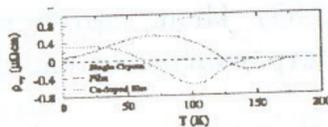
# PhysicsWeb

Global news and information

Аугсбуршком универзитету (*University of Augsburg*) у Немачкој и Стенфордском универзитету (*Stanford University*) у САД пројектовао нови ниско-температурни атомски микроскоп који детектује те „скривене“ атоме (S. Hembacher et al. 2003, *Proc. Nat. Acad. Sci.* биће публикувано).

**Да ли су физичари видели магнетне монополе?**  
2. октобар 2003.

Пол Дирак (*Paul Dirac*) је први изнео идеју о магнетним монополима – честицама које имају изолован северни или јужни магнетни пол – 1931. године, али је експериментална потрага за овим скривеним честицама остала без резултата. Ипак, група физичара из Јапана, Кине и Швајцарске тврди да су пронашли индиректан доказ за постојање монопола. Тим је уочио аномални Холов ефекат у феромагнетном кристалу за који кажу да може бити објашњен једино присуством магнетних монопола (Z. Fang et al. 2003, *Science* 302 92).



**Физичар дели Нобелову награду за медицину**  
6. октобар 2003.

Сер Питер Менсфилд (*Sir Peter Mansfield*), физичар са Универзитета у Нотингему (*Nottingham University*) у Великој Британији, добио је Нобелову награду за 2003. годину из физиологије и медицине. Менсфилд дели награду са Полом Лутербуром (*Paul Luterbur*) са Универзитета у Илиноису (*University of Illinois*) у САД, "за њихова открића која се односе на снимање магнетном резонанцом". Менсфилд и Лутербур су поставили основе магнетне резонанце (*MRI*) седамдесетих година прошлог века. Техника се сада нашироко користи за снимање мозга и других органа. Више од 60 милиона прегледа *MRI*-ом се обавило у болницама прошле године.



**Нобелова награда за теоретичаре ниских температура**  
7. октобар 2003.



Нобелова награда из физике за 2003. годину деле три теоретичара "за њихов пионирски допринос теорији суперпроводности и суперфлуидности". Алексеј Абрикосов (*Алексей Абрикосов*) из Националне лабораторије у Аргону (*Argonne National Laboratory*), САД, Виталиј Гинзбург (*Виталий Гинзбург*) са Физичког института Лебедев (*Физический институт имени П. Н. Лебедева*) у Москви, Русија, и Ентони Легет (*Anthony Leggett*) са Универзитета Илиноис у Урбани (*University of Illinois at Urbana*), САД, су дали значајне доприносе у широком спектру области у теоријској физици током својих каријера. Абрикосов и Гинзбург су награђени за њихов рад на такозваним суперпроводницима типа-II, а Легет за његов рад на теорији суперфлуидности у хелијуму-3. Више о добитницима ове награде и њиховом раду почитаћете у следећем броју.

Вести за вас одабрао:  
Душан Арсеновић  
Институт за физику  
Београд-Земун

Извор: <http://physicsweb.org/>

## НОВИ АКРЕДИТОВАНИ ПРОГРАМ ИЗ ФИЗИКЕ

Програм под називом "ЕКО – ФИЗИКА" акредитован је за школску 2003/2004. годину од стране Одсека за стручно усавршавање Министарства просвете и спорта Републике Србије, и заведен је у архиви под редним бројем 265/2003.

План одржавања предавања је: I циклус, од 7, 8 и 9. новембар 2003, Гимназија, Крушевац, II циклус, од 12, 13 и 14. децембар 2003, Гимназија, Крушевац, III циклус, фебруар 2004, IV циклус, април 2004.

Ауторе програма чини Стручни тим састављен од истраживача, научних радника и професора универзитета из Београда, Новог Сада, Ниша и наставника Гимназије у Крушевцу.

Координатори су: Драгана Милићевић и Иван Зорнић, Гимназија, Топличина 1, 37000 Крушевац, тел: 037/27-208, 037/29-486, 037/23-673, факс: 037/27-179  
e-mail: magicphy@ptt.yu, gimnazijaks@hotmail.com, www.gimnazijaks.edu.yu  
Све информације о овом програму можете видети на:

<http://www.dfs.org.yu/ekofizika/akreditacija.html>

## ТЕМА БРОЈА

## Досије Супермен

Приредили: Владимир Стојановић, Драган Маркушевић

Институт за физику, Београд-Земун

На основу оригиналног текста под насловом "The Science of Superman", од Луиса Греша (Lois Gresh) и Роберта Вејнберга (Robert Weinberg) са интернет адресе:

www.firstscience.com

Сигурно је већина вас већ имала прилике да се упозна са стрипом о Супермену, хероју модерног доба, снажном да може да помери планету, способном да може прелетети велика растојања брзином већом од брзине светлости, праведном и истинољубивом особом која је стално на главној линији фронта у борби против окорелих криминалаца. Изузетно је популаран и о њему је снимљено и више филмова и телевизијских серија. Ко је Супермен, и шта је то што га чини да је супер? Да ли стварно има основа у данас знаној физици за постојање човека таквих невероватних особина, толико различитог од свих нас?

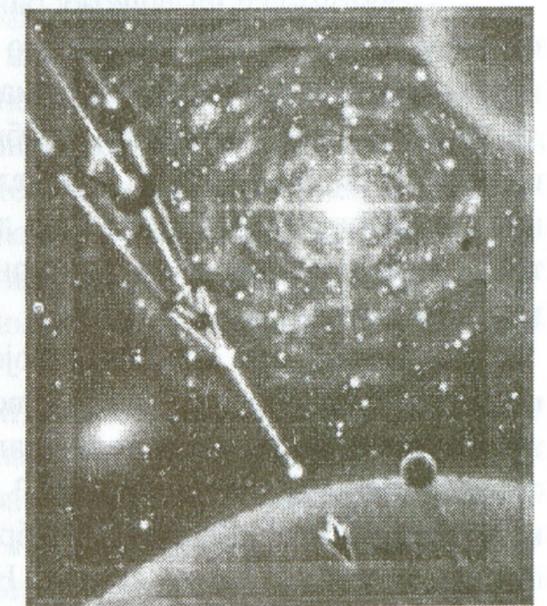
Позабавимо се сада мало истраживањем Супермена и анализирајмо оне појаве које до сада нико није довео у питање, заслепљен највероватније превеликом љубављу према том идолу најмлађег нараштаја заљубљеном у научну фантастику. Истражујући Супермена и његове особине имајте увек на уму да на тај начин истражујемо не само њега него и остале суперхероје који постоје у стриповима и на телевизији. Сви ти суперхероји су стварани на сличан начин. Необичне способности дељене су им и шаком и капом. Уопште се није обраћала пажња на то постоје ли неке границе њиховог деловања. Чак је врло мало пажње посвећено њиховим међусобним односима и опхођењу са обичним људима. Када, на пример, Супермен са лакоћом подигне аутомобил пун криминалаца да би га бацио на тле, никоме не пада на памет да се запита зашто се тај аутомобил не растури у његовим рукама и пре него што га он сам баци. Нико се такође никада није запитао како то да увек одржи савршену равнотежу на Земљи док изнад главе врти ствари које имају двадесетоструко већу масу него што је има он сам.



Колико сте само често видели Супермена како у ниском лету хвата неки аутомобил за кров и диже га у небо! У стварности, постоји само неколико врста возила која се не би распала у парампарчад када би их Супермен на тај начин ухватио за кров. Оно што би се највероватније десило то је да би скоро сваки аутомобил био поцепан на два дела: кров, који би збуњеном Супермену остао у рукама, и остатак без крова који би наставио да се слободно креће кроз ваздух док не падне. Сваки пут када Супермен подигне неку зграду увис, зар се не запитате како то да се цигле, које су се држале заједно уз помоћ цемента и притиска, не разлете на све стране? Таква питања једноставно не налазе своје место у авантурама нашег суперхероја. Основа свега лежи у томе да се сви суперхероји понашају супериорно, те тако и решавају све своје проблеме, па је, према томе, немогуће да им се деси нешто што је обично.

А како се логично покушавају објаснити све Суперменове суперособине? У првом стрипу о Супермену, који је изашао 1938. године, може се прочитати и то да он "може скочити око једне осмине миље у даљ (~ 200 m); може прескочити двадесетоспратницу ... може подићи веома велики терет ... може трчати брже од експресног воза ... и да га ништа не може повредити, као да је направљен од непробојног оклопа".

Аутори Супермена, Сигел и Шустер, су у том првом броју, описујући све његове особине, оставили доста тога недореченог, препуштеног читаочевој машти. Оно што је основна нит која карактерише Супермена је та да он долази из цивилизације која је много напреднија од наше те су, самим тим, и они који потичу из те цивилизације физички много напреднији него људи. Таква логика није баш најјаснија, јер би то значило да је човек данашњице физички много јачи од нпр. кромањонца или неандерталца. Свакако, наши преци су живели само неколико стотина векова пре нас, док је Суперменова цивилизација представљена као нешто што је најмање милион година испред наше. У првом броју стрипа стоји и следеће објашњење: "Супермен је дошао на



Земљу са планете Криптон, чији су становници, после милиона година, достигли физичко савршенство. Мале димензије наше планете, и њена слабија сила гравитације у поређењу са Криптоном, омогућили су да мишићи и тело Супермена добију чудесне особине и снагу."

Као што се може и видети, две основне претпоставке које му дају надљудске особине провлаче се кроз читав мит о Супермену и његови аутори их се доследно држе: 1) он није људско биће већ потиче са планете која није у Сунчевом систему; 2) много слабија гравитациона сила Земље у поређењу са гравитационом силом на Криптону чини га изузетно снажним.

Све ово долазило је са страница научнопопуларних стрипова и часописа тога доба, и мало ко је и хтео да се позабави истинитишћу и реалним основама ових претпоставки. Покушајмо зато ми, са становишта данашње физике коју познајемо, да дамо одговоре на нека питања и покушајмо да објаснимо да ли је све то што се прича о Супермену могуће.

Пре него што започнемо анализу могућег и немогућег, осврнимо се још на хронологију догађаја везаних за промену особина Супермена и огроман пораст његових моћи током година његове велике популарности и такмичења са осталим цртаним ликовима, његовим ривалима.

Немојмо се на почетку бавити питањем како је Супрмен дошао на нашу планету. Претпоставимо да је дошао и да поседује изузетно велику снагу. У првим стриповима (1938-1939) карактеристично је било да ту велику снагу користи да би врло брзо и једноставно прелазило велика растојања. Кретао се у великим скоковима, прескакао огромне вишеспратнице, али никада није летео. У почетку су се његови аутори трудили да у необичним карактеристикама не иду много изван граница тадашње науке.

Полако, са годинама које долазе, Супермен је морао да се прилагођава захтевима све већег броја читалаца и њиховој неограниченој машти. Његова снага и натприродне особине повећавале су се великом брзином. Већ 1943. године он не само да може да лети, већ то чини брзином већом од брзине светлости, што представља две потпуно неприхватљиве ствари. Нити је његово тело, које је потпуно налик људском, способно за летење без вештачких додатака (крила, мотор), нити је брзина већа од брзине светлости могућа, бар са становишта физике.

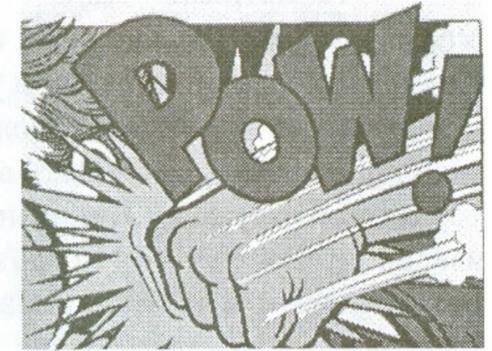
Ништа мање задивљујућа није била ни пораст његове снаге. У првим бројевима стрипа подизао је аутомобиле изнад главе. Већ пар

година касније то је радио са аутобусима пуним путника, па то исто и са прекоокеанским бродовима, да би почетком шездесетих година прошлог века померао и саме планете.

Као што је и речено, објашњење тих великих способности нашег јунака, тј. његове велике снаге, потиче од тога што је он рођен на планети на којој је сила теже много већа него на Земљи. Па колика треба да буде та сила теже на Криптону, родној Суперменовој планети, да би му подарила такву снагу? Колику масу треба да има Криптон да би имао тако велику силу теже на својој површини?

Ако се држимо стрипа, видећемо да је Супермен висок око 2 m и да има масу приближно 100 kg. Ако гледамо земаљске услове, атлетичар у највећој снази и кондицији може подићи терет своје тежине изнад главе уз мало јачи тренинг. Уколико би желео да трчи са таквим објектом изнад главе, или да га баци далеко од себе, то баш и не би било лако. За почетак наше анализе претпоставимо да је Супермен 1000 пута снажнији од обичног Земљанина. То би значило да може да подигне терет масе од око 100 000 kg. То би било исто као када би подигао три пуна теретна камиона – шлепера или празан авион DC-9. Ако гледамо ово са стране неког инжењера, подићи овакав терет није никаква илузија јер постоје дизалице које раде са тако тешким објектима на подизању великих мостова и изградњи брана и канала. Значи, још увек је Супермен снажан у границама техничких могућности. Толика снага му даје и могућност да у једном скоку прескочи преко 1,5 km, што би у очима многих посматрача са стране било равно летењу.

Сила којом је потребно деловати на неко тело да би га подигли са површине неке планете пропорционална је производу масе тог тела и убрзања силе теже које је различито за сваку планету или већи небески објекат. Тако, на пример, човек који на Земљи може да подигне тело масе 100 kg, на Месецу би могао без проблема да подигне тело од 600 kg. Разлог томе је што је сила Месечеве теже шест пута мања од силе Земљине теже. То би онда значило да, ако је Супермен 1000 пута снажнији на Земљи него на Криптону, онда би Криптон требало да буде 1000 пута масивнији од Земље, уколико су им полупречници једнаки.





## ВЕЛИКАНИ ФИЗИКЕ

Леонар Сади Карно  
(Leonard Sadi Carnot, 1796 – 1832)

Поштовани читаоци. Ово је наставак серијала о великанима физике који је издало Европско друштво физичара (*European Physical Society - EPS*). Овај серијал популарних текстова је намењени свим узрастима, поготово ђацима основних и средњих школа, а уступио нам га је бивши председник EPS-а Сер Арнолд Волфендејл (*Sir Arnold Wolfendale*). Редакција ће се, са своје стране, потрудити да вам, по свом избору, представи неког од њих, на начин на који то раде наше колеге из Европе. Текст пред вама прерадио је, и за вас припремио, Драган Маркушев.

Француски инжењер и физичар, Леонар Сади Карно, рођен је у Паризу, Француска, 1. јуна 1796. године, у палати "Мали Луксембург" (*Palais du Petit-Luxemburg*) у породици Лазара (*Lazare*) Карноа, важне личности француске револуције, човека названог "организатор победе" Наполеонове армије. Лазар је имао супругу Софију (*Sophie*), и два сина, Садија (*Sadi*) и Иполита (*Hippolite*). Карноова породица је доста пропатила због великих и тешких промена у том врло нестабилном периоду у историји Француске.

Садијев отац Лазар је био добар математичар и објављивао је радове како из математике и механике тако и из војне и политичке проблематике. Повукавши се из јавног живота 1807. године, Лазар Карно се посветио научном образовању својих синова.

Уз помоћ свога оца Сади се јако добро припремио из математике, механике, физике, језика и музике. Након пар месеци припрема на лицеју Карла Великог (*Lycée Charlemagne*), примљен је у Политехничку школу (*Ecole Polytechnique*), институцију која му је обезбеђивала изузетно добро



Леонар Сади Карно



Садијев отац, Лазар Карно

образовање уз помоћ чувених научника, међу којима је био и Ампер (*Ampère*).

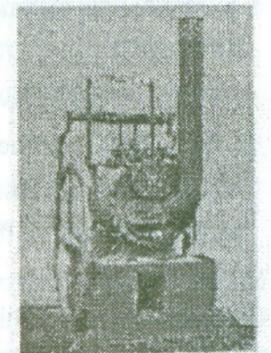
Као шести у својој класи, Сади је завршио школовање у Политехничкој школи и послат је у Школу за таленте (*Ecole du Génie*) у Мецу (*Metz*) као студент потпоручник.

У време када је Сади дипломирао 1814. године, Наполеоново царство се опет успоставило. Након Наполеоновог кратког боравка на власти током 1815. године, Лазар Карно је био министар унутрашњих послова, а Сади је постао центар велике пажње својих претпостављених. То се све завршило октобра 1815. године, када је Лазар протеран од стране ројалиста и избегао у Немачку, одакле се више никада није вратио у Француску.

Сади је постао војни инжењер, и на почетку је био у инспекцији и давао је извештаје о утврђењима и одбрани, а 1819. године, пошто је прошао квалификационе испите, распоређен је као армијски генералштабни официр у Париз. Врло брзо се пензионисао и само са половином плате наставио је да живи у Паризу посветивши се науци.

Имао је доста интересовања: проучавао је и истраживао индустријски развој, реформе пореза, математику и лепе уметности. Посебно је био заинтересован за проблеме парних машина и њихову ефикасност. Парни уређаји су већ имали своју широку употребу, као нпр. за извлачење воде из рудника, прокопавање канала, чишћење речних корита и лука, ковање гвожђа, млевење зрневља, те предење и ткање одећа. Међутим, сви ти уређаји су били доста неефикасни.

Године 1824. Карно је публикувао свој најпознатији рад "Размишљања о покретачкој снази топлоте и машинама које ту снагу развијају" (*"Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance"*). У њему је анализирао ефикасност парних машина и претварање топлоте у рад. Пронашао је да ефикасност идеалне парне машине зависи само од температурне разлике њеног најтоплијег и најхладнијег дела, а не од међустања у раду машине. Увео је теорему о реверзибилности у облику тзв. "Карноовог циклуса". Кроз своја истраживања Карно је спознао и основе



термодинамике схватајући *да се енергија не може уништити већ само може прелазити из једног облика у други.*

Иако му је рад представљен у Академији наука, а добио је изванредан преглед и публицитет и у штампи, његова идеја је у потпуности била заборављена све до 1834. године када је Емил Клапејрон (*Emile Clapeyron*), железнички инжењер, почео да се бави том проблематиком и проширује Карноова гледишта.

Карно је описан од својих биографа као доста нежна и осећајна личност, код које је та превелика осећајност доводила до тога да је био изузетно повучен, чак и према својим најближим пријатељима.

Године 1831. Карно почиње да проучава физичке особине гасова и пара. Међутим, јуна 1832. добија шарлах. Његово здравље је било толико оштећено да је 24. августа 1832. године оболео од колере у току једне од епидемија и преминуо истог дана. У складу са обичајима тога времена, као болеснику од колере све његове личне ствари спаљене су, заједно са научним радовима који су пронађени код њега.

#### Актуелно: РУКА У ТЕСТУ

1. Детаљније о иницијативи Друштва физичара Србије "Рука у тесту" прочитајте на адреси

<http://www.dfs.org.yu/inicijativa.html>

Погледајте и веб страну о овој иницијативи у Француској:

<http://www.inrp.fr/lamap/>

2. Ту можете наћи да је у току конкурс за учешће разних школа у експерименту ЕРАТОСТЕН. Ако су Вам потребне додатне информације, обратите нам се.

3. У априлу 2003. године је Друштво физичара Србије издало превод књиге:

ЗРНЦА НАУКА 1

О едицији Друштва физичара Србије "Зрнца наука" више можете прочитати на адреси

<http://www.dfs.org.yu/zrnca.html>

4. У октобру ће се, такође у издању Друштва физичара Србије, појавити књиге:

- РУКА У ТЕСТУ (друго издање),  
- ЗРНЦА НАУКА 2.

До краја 2003. године године ће изаћи из штампе:

- ЗРНЦА НАУКА 3 и  
- КАКО ПРЕДАВАТИ НАУКЕ У ШКОЛИ (приручник за учитеље).

Књиге можете наручити на телефон 011/3160260, локал 166 (Друштво физичара Србије), или на e-mail адресу [ruka@dfs.org.yu](mailto:ruka@dfs.org.yu).

## ДА ЛИ ЗНАТЕ ...

### Колико брзо се крећу молекули у ваздуху?

Иван Гутман, Бранислав Чабрић и Ненад Стевановић  
ПМФ, П. фах 60, 34000 Крагујевац  
Контакт: [bcabric@knez.uis.kg.ac.yu](mailto:bcabric@knez.uis.kg.ac.yu)

Гасови се састоје из молекула који се међусобно веома слабо привлаче због великих међусобних растојања. Ти молекули се крећу кроз простор који им стоји на располагању, сударајући се како међусобно тако и са околним предметима. Најчешће се сусрећемо са смешом гасова коју зовемо ваздух, а која се састоји од око 80% азота ( $N_2$ ) и око 20% кисеоника ( $O_2$ ) уз мање количине других састојака (аргона, угљен-диоксида, водене паре и др.).

### Којом брзином се крећу молекули у ваздуху

Одговор на ово питање није ни лак ни једноставан. У овом чланку описаћемо основне резултате који се односе на брзину молекула у ваздуху.

Пре свега, треба имати на уму да се ради о изванредно великом броју молекула. На пример, на собној температури ( $25^\circ C$ ) и нормалном атмосферском притиску ( $1,013 \times 10^5 Pa$ ) у једном кубном сантиметру ваздуха има око  $19,6 \times 10^{18}$  молекула азота и још око  $4,9 \times 10^{18}$  молекула кисеоника, то јест 19 600 000 000 000 000 000 молекула азота и 4 900 000 000 000 000 000 молекула кисеоника.

Ови молекули се хаотично крећу и том приликом се међусобно сударају. Број судара је такође огроман: у кубном сантиметру гаса догоди се око милијарду судара сваке секунде. Томе треба додати и сударе које молекули имају са околним предметима. Услед судара молекули мењају правац, смер и интензитет брзине. Последица тога је да у гасу немају сви молекули исту брзину. Осим тога, брзина сваког појединачног молекула се стално мења, и то скоковито - у тренутку судара. На први поглед би нам се могло учинити да се одговор на наше питање уопште не може добити.

Излаз из ове тешкоће нашао је британски физичар Џејмс Клерк Максвел (*James Clerk Maxwell*, 1831-1879).<sup>1</sup> Он је 1850. године (дакле

<sup>1</sup> Максвел је дао и многе друге доприносе физици и физичкој хемији. Најважније су његове четири једначине које представљају основне законе електромагнетизма. Максвел је први установио да је светлост електромагнетни талас.

пре више од 150 година) формулисао закон који данас носи његово име, а који описује расподелу брзина молекула у гасу

Наиме, будући да се у гасу молекули крећу хаотично и будући да је њихов број огroman, њихово кретање може се описати помоћу теорије вероватноће. Ради се о томе да нас никада не интересује брзина неког конкретног молекула (податак који се ионако не може експериментално одредити), него колико - у просеку - има молекула са неком одређеном брзином.

Нема сумње: Максвелов закон је компликован. Они који га желе подробније упознати мораће уложити додатни труд јер се овај закон подробно обрађује тек у факултетским уџбеницима.

На основу Максвеловог закона расподеле брзина молекула може се израчунати  $P(v)$  - вероватноћа да ће део (изражен у процентима) од укупног броја молекула имати брзину  $v$  у одређеном интервалу  $(v \pm 100)$  km/h. У следећој табели наводимо неке карактеристичне резултате.

$v$ / [km/h]	$P(v)$ / [%]
100	0,1
200	0,5
300	1,1
400	1,9
500	2,9
600	4,0
800	6,3
1000	8,4
1400	10,8
1500	10,9
1600	10,8
1700	10,5
2000	8,9
2500	5,2
3000	2,2
4000	0,2
5000	0,005

Из таблице видимо да само мали део молекула (мање од 0,1 %) има брзине мање од 100 km/h. Како брзина расте, број молекула са том брзином се повећава. Највише молекула има брзину у интервалу

(1500 ± 100) km/h, односно брзину између 1400 km/h и 1600 km/h. Ту брзину молекула називамо "највероватнијом" брзином. Тачнији прорачуни показују да највероватнија брзина молекула азота, на собној температури, износи 1514 km/h док је њихива средња просечна брзина 1709 km/h (просечна - аритметичка средња вредност). Са даљим порастом брзине, величина  $P(v)$  опада и тежи нули.

Из Максвеловог закона следи да молекули у гасу (конкретно: у ваздуху) могу имати било коју брзину, али да је вероватноћа тих брзина различита. Мало је вероватно да молекул "мили" брзином мањом од 100 km/h, па ће (по законима вероватноће) таквих молекула у гасу бити процентуално веома мало. Такође је мало вероватно да неки молекул добије брзину већу од 4000 km/h, па ће и тако брзих молекула бити релативно веома мало. Ипак, ово "веома мало" значи да у кубном сантиметру ваздуха има око 1 000 000 000 000 000 молекула азота и још око 200 000 000 000 000 молекула кисеоника чије су брзине мање од 100 km/h и приближно исто толико молекула чије су брзине веће од 4000 km/h.

Оно што треба посебно истаћи јесте да се молекули у гасу крећу изненађујуће великим брзинама. Подсетимо се да је брзина модерних путничких авиона око 900 km/h а војних и до 3000 km/h. Брзина звука (у ваздуху) је око 1200 km/h а брзина пушчаног метка на излазу из цеви преко 2800 km/h. Толиким брзинама крећу се и молекули у ваздуху. Толиким брзинама ти молекули ударају у околне предмете, па и на нашу кожу. Током читавог живота наше тело је изложено жестоком бомбардовању од стране молекула из ваздуха. Ми то нити примећујемо нити нам то оставља било какве штетне последице. Размислите о томе!

### ПРЕПОРУЧУЈЕМО

**CD1-** Образовни програм *Fizika 1*, по наставном програму физике за први разред гимназије

**CD2-** Образовни програм *Fizika 2*, по наставном програму физике за други разред гимназије

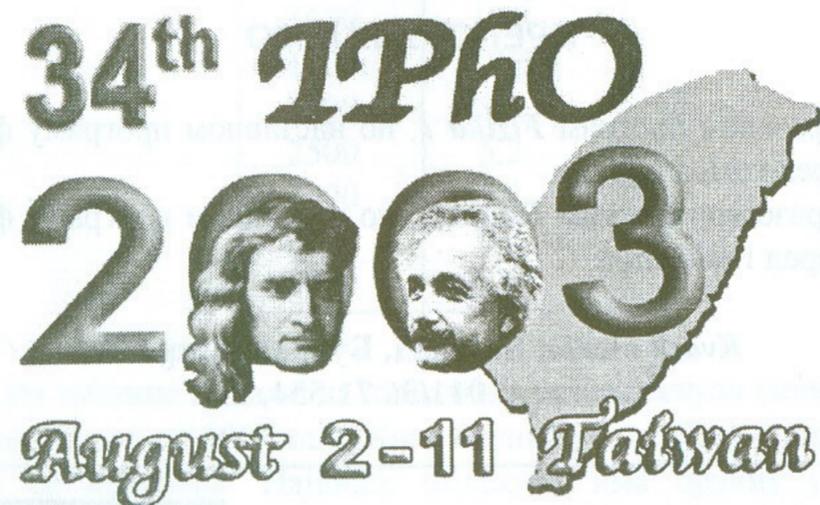
*Kvark media*, Београд, Булевар мира 70,  
тел: 011/36 71 554,

**ОЛИМПИЈАДА 2003.****XXXIV олимпијада из физике**<http://www.phy.ntnu.edu.tw/iph2003/>

34. Међународна олимпијада из физике је одржана од 2. до 11. августа 2003. године, у Таипеију (*Taipei*), Тајван (*Taiwan*). У организацији овог такмичења учествовали су, поред Министарства образовања Тајвана (*Ministry of Education*), и Национални научни савет (*National Science Council*) те Национални тајвански универзитет (*National Taiwan Normal University*) у Таипеију који је уједно био и домаћин ове манифестације. Овога пута учествовало је укупно 238 такмичара из 54 земље света.

Лого Олимпијаде (на дну ове стране) представља стилизоване бројеве који чине 2003. годину, са ликовима Њутна и Ајнштајна као два великана која су обележила развој физике у историји света. Број 3 симболизује тежње и надања свих оних који воле физику, да се међу овим младим такмичарима нађе неки следећи великан који ће, поред ова два, ударити темеље новој физици и помоћи нам да прескочимо још једну степену нашег развоја и сазнања о свету који нас окружује. Сам лого је осмислио Џонг-Чи Чанг (*Jong-Chyi Chang*), наставник у индустријској школи у Таипеију.

Екипа Србије и Црне Горе, формирана на основу успеха ученика у Општој групи на овогодишњем Савезном такмичењу у Бечићима, постигла је солидан успех: једна бронзана медаља и четири похвале. Чланови екипе су били: *Ненад Лазаревић*, Гимназија, Јагодина, *Огњен Илић*, *Зоран Перић*, *Милан Жежелј*, и *Владимир*



*Рожић*, Математичка гимназија, Београд, а њихов редослед је био следећи:

ЗЛАТНЕ МЕДАЉЕ			
Ред. бр.	Земља	Име и презиме	Укупно поена
1	USA	Pavel Batrachenko	42,3
2	India	Yashodhan Kanoria	41,4
3	Indonesia	Widagdo Setiawan	40,0
...	...	...	...
20	India	Shaleen Harlalka	33,2
СРЕБРНЕ МЕДАЉЕ			
1	Thailand	Chayut Thanapirom	32,5
...	...	...	...
39	Azerbaijan	Agshin Heybatov	27,0
БРОНЗАНЕ МЕДАЉЕ			
1	Indonesia	Yudistira Virgus	26,8
...	...	...	...
38	Serbia and Montenegro	Vladimir Rožić	22,0
ПОХВАЛЕ			
1	Finland	Juha Arpiainen	21,5
...	...	...	...
21	Serbia and Montenegro	Ognjen Ilić	19,9
...	...	...	...
38	Serbia and Montenegro	Nenad Lazarević	18,0
...	...	...	...
54	Serbia and Montenegro	Milan Žeželj	16,1
...	...	...	...
56	Serbia and Montenegro	Zoran Perić	16,1

или, у скраћеном облику:

**Владимир Рожић**, укупно 22,0 поена, бронзана медаља

**Огњен Илић**, укупно 19,9 поена, похвала

**Ненад Лазаревић**, укупно 18,0 поена, похвала

**Милан Жежељ**, укупно 16,1 поен, похвала

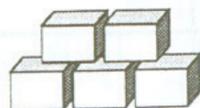
**Зоран Перић**, укупно 16,1 поен, похвала

Ову екипу предводили су Душко Латас са Физичког факултета Универзитета у Београду и Антун Балаж са Института за физику у Београду. На Тајван су такође, у својству гостију, путовали и професори који предају физику неким члановима екипе: Наташа Каделбург из Математичке гимназије у Београду и Соња Ђорђевић из Гимназије у Јагодини.

Ево сада још неколико статистичких података са Олимпијаде, а који се иначе могу наћи и на интернет адреси:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ipho2003/English/result.htm>

	Златна	Сребрна	Бронзана	Похвале
Минимални поени за награде	33	27	22	16
Укупан број награђених	20	39	38	56
Најбоље урађен теоријски део	Daniel Robert Gulotta, USA			
Најбоље урађен експеримент	Thaned Pruttivarasin, Thailand Pavel Batrachenko, USA			
Најбоље пласирани женски учесник	Emily Ruth Russel, USA			
Најбоље пласирани такмичар из земље нове учеснице	Umair Sadig, Pakistan			



## ЗАНИМЉИВОСТИ

### Два сведочења о лоптастој муњи

Ана Николић, Вукота Бабовић\*

Друга крагујевачка гимназија, Крагујевац

\*ПМФ, Крагујевац

#### Увод

Међу многобројним физичким појавама у атмосфери заузима посебно место често помињана а недовољно испитана лоптаста муња (Немци је зову *Kugelblitz*, а у литератури на енглеском језику користи се термин *ball lightning*; на руском се зове *шаровая молния*). У разговорима, у стручној литератури и популарним текстовима, помиње се та појава већ безмало једно столеће. Ипак, и најновији извештаји [1,2] наглашавају да је лоптаста муња још увек без општеприхваћеног објашњења. Разлози што она дуго одолева теоријском објашњењу су многобројни, а можемо овде навести неколико: а) појава је ретка и нема много писаног материјала; б) сведочења су најчешће лаичке природе; в) ретка су лабораторијска истраживања; г) не постоји жеља да се инвестира у пројекте те врсте. Речју, у научној средини не постоји довољно чврсто уверење да би продор у схватање природе лоптасте муње значио исплатив помак у физичкој науци. Без обзира на то, незанемарљив број аматера, инжењера, физичара и природњака разних профила трага за новим знањима везаним за лоптасте муње. Пишу се и књиге монографског карактера (једну од њих наводимо под бројем [3]) Уосталом, у природи је човека, младих људи посебно, да желе проникнути у структуру појава и објеката, у толико пре ако их обавија вео мистерије – што је у овом случају очигледно. Библиографија је већ позамашна, а тамо се помињу и разматрања публикована у часописима солидне репутације (видети, на пример, преглед новије продукције [4]).

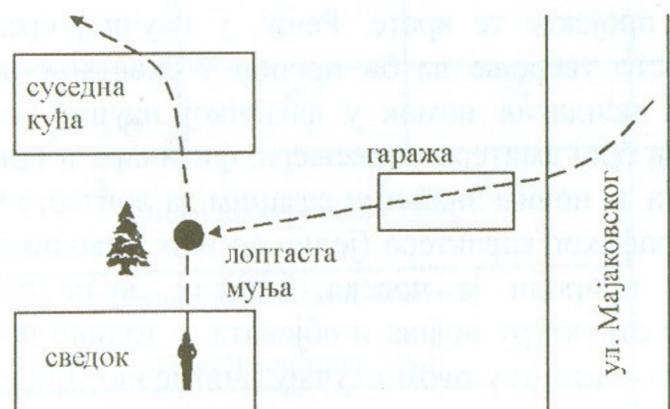
Стога, свако сведочење о појави лоптасте муње је корисно. Не располажемо тачним подацима о броју и квалитету забележених описа код нас. У овом чланку прилажемо два исказа посматрача из околине Крагујевца. Њих ћемо на крају и укратко коментарисати, пошто претходно укажемо на битне карактеристике на које најчешће указују бројни сведоци овог феномена и пошто у кратким цртама дамо преглед теорија о физичкој суштини лоптасте муње.

## Два сведочења из околине Крагујевца

Први сведок

Очевидац је *Снежана Грујић*, професор филозофије, Ускочка 10, Крагујевац; исказ прибележен у марту 2002. гласи: "Појава коју сам видела десила се пре 22 или 23 године, значи можда 1980. или 1981. године. У то време сам имала петнаестак година. Прошло је време и моја сећања више нису детаљна, али је појава оставила врло јак утисак на мене, те се саме светлосне кугле јасно сећам.

Била сам у својој соби, у родитељској кући у Крагујевцу, у улици Мајаковског број 9. То је у насељу иза основне школе "Милутин и Драгиња Тодоровић". Кућа се налази на стотинак метара ваздушном линијом јужно од зграде школе. Са прозора собе сам видела како из правца северо-запада, изнад крова наше гараже, наилази светлећа непрозирна кугла. Кретала се упадљиво таласасто, као да лагано поскакује да би заобишла неке невидљиве препреке (видети слику 1).



Слика 1

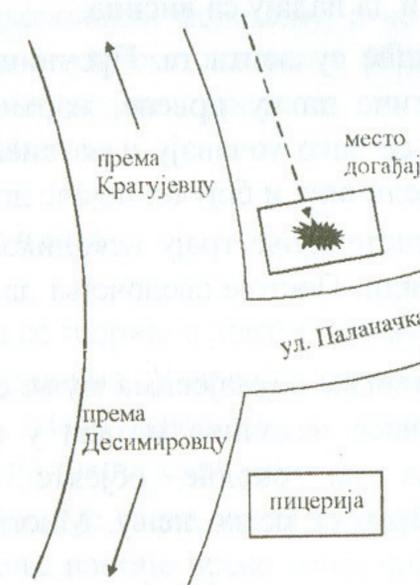
Процењујем да је пречник кугле био око 25 центиметара. Прелетевши гаражу, кугла се спуштала, приближавајући се једној туји у дворишту. Но, зауставила се на око један метар од тла. Неколико тренутака је тако лебдела, а онда се уздигла и прескачући кров суседне куће удаљила из дворишта.

Било је рано пролеће. Није било кише, није било невремена.

Наравно да ме је призор запањео, нисам могла да верујем сопственим очима, нисам имала појма – шта је то. Касније сам чула да се такве појаве сматрају лоптастим муњама."

Други сведок

Очевидац је госпођа *Владанка Антонијевић*. Њен исказ гласи: "Дана 22. августа 2001. године уочила сам ватрену куглу. То је било у насељу "Шумски рај", које се налази на старом путу од Крагујевца према Београду, на самом изласку из града, пре уласка у село Десимировоц (видети слику 2).



Слика 2

Била сам у својој соби величине 4×4 метра. Налазила сам се код стола принетог испод самог прозора (који гледа у правцу града). У соби је још кауч на западној страни собе и телевизор преко пута кауча. Негде око пет сати поподне ушла је у ту собу кроз тај прозор ватрена кугла. Била је величине средње јабуке. Имала је ужарену боју (некако ватрено-жута). Налазила се на метар, или мало више, од патоса. Убрзо

је експлодирала. Чула сам звук који личи на експлозију сијалице, само је био много продорнији.

У тренутку појаве ове муње није било ни кише ни невремена. Дан је био умерено, па и слабо облачан. Истина, пре подне је падала слаба киша."

### Карактеристике лоптасте муње

Пре него што пређемо на кратак коментар горњих исказа, погледајмо како се данас у литератури најчешће карактерише лоптаста муња, с обзиром на параметре који се узимају као релевантни.

*Околности.* Велики број опажања лоптасте муње везана су за период интензивних грмљавина. Занимљиво је да постоје опажања која не помињу кишу, олују и линеарне муње облак-земља. Помиње се да настају близу тла, али и да падају са висина.

*Изглед.* Најчешће су лоптасте. Пречници муње су од 1 cm до 1 m. Најчешће се истиче да су црвене, наранцасте или жуте. Нису претерано светле, али се лако уочавају и на дневном светлу. У већини случајева задржавају величину и боју од појаве до распадања.

*Трајање.* Лоптасте муње трају неколико секунди. Најчешће не трају дуже од пет секунди. Постоје сведочења да су се одржавале и цео минут.

*Кретање.* У многим случајевима муње се крећу хоризонтално. Процењене брзине износе неколико метара у секунди. Постоје фазе мировања, наслањања на околне објекте (метал, земља) или вертикалног падања. Врло се ретко пењу. Многи тврде да интензивно ротирају око своје осе.

*Топлота.* Нико не изјављује да је лоптаста муња врућа, али постоје примери да она може да запали објекте, угреје течност или растопи тела са којим дође у контакт.

*Звук.* Није ретко сведочење да лоптаста муња испушта карактеристичан шиштећи звук.

*Мирис.* Почесто се истиче да лоптасту муњу прати специфичан мирис. Он се описује као оштар, непријатан, сличан мирису озона, да подсећа на запаљени сумпор и слично.

*Продорност.* Многа сведочења истичу да лоптасте муње улазе у куће: кроз отворе (врата, прозори, оцаи), али и кроз прозорско

стакло. Тврди се да могу настати у соби, на крајевима телефонских и електричних водова, на пример.

*Ишчезавање.* Лоптасте муње могу нестати бешумно, и то нагло или успорено. Али, оне нестају понекад у експлозији, уз знатну буку.

*Остаци.* Често причају очевици да се лоптаста муња, пре дефинитивног распада, дезинтегрисала у два мања лоптаста фрагмента, или чак неколико њих. На месту ишчезавања појављује се кадкад магла или другачији остаци.

Било је много покушаја да се изнете особине уклоне у неко прихватљиво становиште и конзистентну теорију о овој специфичној муњи. Лично мислимо да се објашњење настанка и еволуције лоптасте муње крије у скупу појава везаних за електрична гасна пражњења (поменимо рад [5] као пример таквих приступа). Овде ћемо ипак побројати и нека друга становишта (рецимо да појединци чак тврде да је пре реч о утиску, психолошком феномену, а не физичкој реалности; заинтересованог читаоца упућујемо на текст [6]). Ми смо успели да уочимо осам најчешће цитираних предлога, па ћемо их навести и кратко изнети темељну замисао.

### Теорије о лоптастим муњама

Уобичајено је да се теорије о лоптастим муњама класификују на основу енергетских критеријума. У првој су групи (А) разматрања која претпостављају да је извор енергије у самој лоптастој муњи; поменућемо шест подгрупа таквог схватања.

A1. Лоптаста муња је гасна кугла (ваздух) која се понаша на "необичан" начин. Зрачење настаје преко метастабилних стања. Троши се енергија хемијских реакција у које је укључена прашина, гар и сл.

A2. Лоптаста муња је загрејана сфера ваздуха на атмосферском притиску. Прорачуни добро објашњавају трајање објекта, али још није решен проблем временске зависности његових параметара.

A3. Лоптаста муња је врло густа плазма. Објекат има неке квантномеханичке карактеристике својствене чврстом телу.

A4. У лоптастој муњи се јављају струјне петље које дају ефекат самоконфинирања посредством магнетског поља. Јавља се проблем детаљног уравнотежења објекта.

A5. Јавља се нека врста вртлога у ваздуху, слична познатом прстену од дима, те се постиже стање конфинираног светлећег гаса.

А6. Лоптаста муња је микроталасно поље ограничено танком плазменом љуском.

У другој групи (Б) разматрају се претпоставке да је извор енергије ван лоптасте муње; поменућемо три хипотезе из те категорије:

Б1. Претпоставља се да радио фреквентна енергија (учестаности изнад 100 MHz) која потиче од муњоносних облака може да иницира и подржи лоптасту муњу. Ову идеју је подржавао и познати руски физичар Капица. Остаје нејасно може ли се јако електрично високофреквентно поље уопште створити при олујном невремену.

Б2. Претпоставља се да у једносмерном електричном пражњењу муње од облака ка тлу може доћи до сажимања плазменог канала на месту велике проводности. То је место где започиње лоптаста муња, и коју доток енергије одржава. Ова теорија има тешкоћа са појавама муња у затвореним просторима, о чему постоје писани докази.

Б3. Помиње се и радиоактивно зрачење у виду космичких честица које фокусирају електрична поља у олуји; потом те честице јонизују ваздух и јавља се локализована плазма у ваздуху на датом месту.

### Коментар и закључак

Мада релативно ретко настаје, до данас се накупило доста описа лоптасте муње које су дали случајни сведоци у разним земљама света. Како још нема убедљивих експеримената са лоптастим муњама, овај евиденциони материјал је драгоцен за теоретичаре који покушавају да направе релевантан физички модел. Данас се може рећи да се ради о заиста постојећем и свакако занимљивом феномену (премда је било и претпоставки да је лоптаста муња пука психолошка варка посматрача под специфичним околностима).

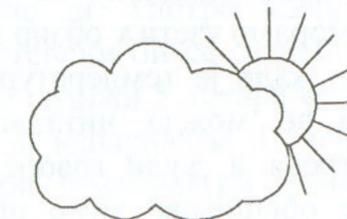
Због тога мислимо да је вредно поменути и два доживљаја – описа лоптасте муње из наших крајева. Неколико ствари ваља нагласити кад се анализирају дати искази. Прво, величина лоптасте муње; пречници се драстично разликују – једном је она величине поморанце, други пут величине фудбалске лопте. Ипак, нагласимо да се такве процене уклапају у већину прича које су забележене широм света. Друго, једна од муња је експлодирала пред сведоком, а друга се померала и нестала из видног поља. Ни ови исходи нису изузеци, и један и други се помињу на много других места. Још можемо додати да је посебна вредност наших примера у чињеници да лоптасте муње нису

биле у вези са јаким олујним турбуленцијама у атмосфери у моменту када су запажене (ређи случај лоптасте муње).

И неки други параметри (боја, на пример) лоптастих муња које су виђене у околини Крагујевца не искачу из опсега раније негде описаних муња; зато мислимо да су искази корисни као веродостојни. Овде смо их изнели и због још једног важног разлога: да подстичу евентуалне нове посматрачке прилоге, при чему ученици и млади могу дати посебан допринос.

### Литература

- [1] J. Komegay  
"What causes the strange glow known as St. Elmos's Fire?"  
*Scientific American*, June 2003.
- [2] "Ball Lightning scientists remain in the dark"  
*New Scientist*, December 2002.
- [3] M. Stenhoff  
"Ball lightning – an unsolved problem in atmospheric physics",  
Plenum Press. New York,
- [4] A. Carbognani  
"Ball lightning bibliography"  
[www.fis.unipr.it/~albino/documenti/Bibliografia\\_BL.html](http://www.fis.unipr.it/~albino/documenti/Bibliografia_BL.html)
- [5] J.J. Lowke  
"A theory of ball lightning as an electric discharge"  
*Journal of Physics D*, 1996, 29, No. 5, May 14, pp. 1237-1244.
- [6] A. Edward  
"Ball lightning as an optical illusion"  
*Nature*, 1971, Vol 230, March 19, pp. 179-180, 1999.



## ЗАНИМЉИВОСТИ

### Хлађење испаравањем

Чланци из књиге "Занимљива физика" од Ј. Перелмана

Одабрао и приредио: Светозар Божин,

Физички факултете, Београд

#### 1. Зашто је на ветру хладније?

(ветар расхлађује али може и да загрева)

Сви знају да се зима лакше подноси када нема ветра него када га има. Шта је узрок те појаве? Већу хладноћу на ветру осећају само жива бића. Термометар не показује нижу температуру када на њега дува ветар. Осећај веће хладноће када је ветровито и хладно време објашњава се пре свега тиме да се од живих бића тада одузима много више топлоте него када нема ветра, када се ваздух загрејан телом не смењује тако брзо новим количинама хладног ваздуха. Што је ветар јачи то већа количина ваздуха успева да утоку једног минута дође у додир са кожом па се више топлоте одузима сваког минута од нашег тела. Већ то је довољно да се изазове осећај веће хладноће.

Постоји још и други узрок. Наша кожа стално испарава воду, чак и на хладном ваздуху. За испаравање је потребна топлота. Она се одузима од нашег тела и од слоја ваздуха који је уз тело. Ако је ваздух непокретан, испаравање се врши споро јер се слој ваздуха уз кожу брзо засићује паром, а у ваздуху засићеном паром нема испаравања. Али ако се ваздух креће и до коже стижу стално нове количине ваздуха, тада ће испаравање бити веома обилно, за шта је потребно више топлоте која ће се одузимати од нашег тела.

Колико је велико расхлађивање због деловања ветра? То зависи од брзине ветра и од температуре ваздуха. Оно је много веће него што се обично мисли. На пример, ако је температура ваздуха  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  а нема ветра, температура наше коже је око  $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Када дува поветарац, који једва покреће заставу и не нише лишће (брзина  $2\text{ m/s}$ ), тада се кожа охлади за  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На ветру при којем се вијори застava (брзина  $6\text{ m/s}$ ), кожа се охлади на  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

О томе како осећамо хладноћу не можемо судити само по температури ваздуха већ морамо узети у обзир и брзину ветра.

И у топлим дану, када је температура ваздуха висока, ветар мора расхлађивати, рећи ће, можда, читалац. Но, то није тачно: у таквом случају ветар загрева и људи говоре о "врућем пустињском даху". Противречност се објашњава тиме што је тада (најчешће у

тропским подручјима) ваздух топлији од нашег тела. Није, стога, чудно да у таквом случају при ветру људима не постаје хладније, већ топлије. Тада топлоту тело не предаје ваздуху, него обрнуто: ваздух загрева тело. Што већа количина ваздуха сваког минута дође у додир са телом, то ће се јаче осећати врелина. Додуше и овде ветар подстиче испаравање, али први узрок преовлађује. Ето зашто становници у таквим крајевима носе специфичну одећу.

#### 2. Крчази који расхлађују

Ако нисте имали прилике да видите такве крчаге, о њима сте сигурно слушали или читали. То су посуде од непечене глине које имају занимљиво својство да у њих наливена вода постаје хладнија од околних предмета.

Једноставна је тајна деловања ових крчага који хладе: вода продире кроз глинене зидове напоље и ту полако испарава, одузимајући при томе топлоту ("латентна топлота испаравања") од зидова посуде и од воде која се у њој налази. Али није тачно да се вода у таквим посудама врло брзо и знатно охлади, као што се о томе понекад пише. Вода се на овај начин не може много да охлади. Хлађење зависи од многих услова. Што је ваздух топлији, то је брже и обилније испаравање и влажење посуде споља па се због тога више охлади вода у крчагу. Хлађење зависи и од влажности околног ваздуха. Ако је у њему много влаге, испаравање се врши споро и вода у крчагу ће се охладити незнатно. У сувом ваздуху, пак, настаје интензивно испаравање које изазива веће хлађење. Ветар такође убрзава испаравање и тако помаже хлађењу. То добро знају сви по оном осећају хладноће ако су у мокром оделу када је дан топао али ветровит.

Снижење температуре у крчазима за хлађење не премашује  $5^{\circ}\text{C}$ . Спарног дана, када термометар показује, рецимо,  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вода у крчагу за хлађење има температуру од око  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Као што видимо, овакво хлађење није од нарочите користи. Али зато крчази добро чувају хладну воду. У ту сврху се они претежно и употребљавају. Израчунајмо за колико степени би се охладила вода у таквом крчагу који садржи 5 литара воде, ако испари 0,1 литара. За испаравање 1 литра воде ( $\sim 1\text{ kg}$ ) треба, при температури врућег



дана ( $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), око  $2436\text{ kJ}$ , те је за испаравање  $0,1\text{ kg}$  потребно  $243,6\text{ kJ}$ . Када би се сва ова топлота узела само од воде, њена температура би се снизила за око  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , што показује следећи рачун:

$$\Delta t = \frac{243,6\text{ kJ}}{5\text{ kg} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}} = 11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$$

( $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$  је специфична топлота воде).

Но већи део топлоте потребне за ово испаравање одузима се од зидова крчага и од ваздуха који га окружује. Сем тога, упоредо са хлађењем воде у крчагу долази и до њеног загревања топлим ваздухом који окружује крчаг. Због тога снижење температуре воде једва достиже половину добијеног броја.

Тешко је рећи где се крчаг боље хлади: да ли на сунцу или у сенци. На сунцу се убрзава испаравање, али се истовремено повећава и прилив топлоте. Вероватно је најбоље да се крчаг за хлађење држи у сенци, на слабом ветру.

#### ПРЕПОРУЧУЈЕМО

"Међународне олимпијаде из физике, I-XXVII 1967-1996, Збирка задатака са решењима", Издање Друштва физичара Србије  
Превод и припрема: Борис Грбић, Марко Борђевић, Мирјана Поповић-Божих и Марко Стошић

Збирка садржи задатке и решења са свих двадесет и седам међународних олимпијада из физике одржаних између 1967. и 1996. године

Цена: 180 дин. + ПТТ

#### 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

## ЗАДАЦИ

### VI разред

6.1 Тело се креће равномерно праволинијски брзином  $v = 20\text{ km/h}$  и за време  $t$  пређе пут  $s$ . Ако повећа брзину за  $\Delta v = 5\text{ km/h}$ , за исто време прећи ће за  $\Delta s = 25\text{ km}$  већи пут. Нађите време кретања тела и првобитно пређени пут  $s$ .

6.2 Растојање између два села износи  $d = 24\text{ km}$ . Из првог села крене пешак према другом селу брзином  $v_1 = 4\text{ km/h}$ . Сам времена касније, из другог села према првом, крене бициклиста брзином  $v_2 = 16\text{ km/h}$ . Пола сата након сусрета бициклисте и пешака, бициклисти пукне гума на бициклу и он стане да је промени. Нађите растојање између пешака и бициклисте у тренутку заустављања бициклисте и време њиховог сусрета.

6.3 Аутомобил стоји на удаљености  $d_1 = 200\text{ m}$  од куће. Иза аутомобила, на удаљености  $d_2 = 400\text{ m}$  од њега, стоји аутобус. Аутомобил крене равномерно праволинијски ка кући брзином  $v_1 = 54\text{ km/h}$ . Пола часа после њега, крене и аутобус у истом смеру брзином  $v_2 = 72\text{ km/h}$ . После ког времена од поласка аутомобила ће аутобус стићи аутомобил, колике су путеве преишли до тог тренутка и колико су удаљени од куће?

6.4 Растојање  $d = 240\text{ m}$  чамац пређе у оба смера, први пут по реци, чија је брзина  $u = 1\text{ m/s}$ , а други пут по мирном језеру. Брзина чамца у односу на воду оба пута је иста и износи  $v = 5\text{ m/s}$ . Нађите укупно време кретања чамца по реци и језеру, а затим нађите однос тих времена. Да ли можете без рачунања да процените које време је дуже?

### VII разред

7.1 Два аутомобила крећу се праволинијски у истом смеру. Први се креће равномерно, брзином  $v_1 = 30\text{ m/s}$ , а други равномерно успорено. Када је други аутомобил био испред првог на растојању  $d = 300\text{ m}$ , његова брзина износила је  $v_2 = 20\text{ m/s}$ . Нађите успорење другог аутомобила, ако га је први достигао после времена  $t = 20\text{ s}$ . Затим нађите путеве које су преишли до тренутка сусрета и брзину другог аутомобила у том тренутку.

7.2 Тело започиње кретање брзином  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  и у току четврте секунде пређе пут  $\Delta s = 17 \text{ m}$ . Нађите убрзање тела, а затим пређени пут и брзину после четири секунде.

7.3 Тело је бачено вертикално увис, почетном брзином  $v_0 = 40 \text{ m/s}$ . На којој висини и после ког времена од тренутка избацавања ће тело имати четири пута мању брзину од почетне? У ком смеру се тело тада креће?

7.4 Тело се баца увис са балкона, почетном брзином  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ . Нађите висину балкона  $h$ , ако је укупно време кретања тела  $t = 5 \text{ s}$ , а затим нађите брзину којом је тело пало на Земљу.

### VIII разред

8.1 На којој висини је улична светиљка, ако је дужина сенке вертикалног штапа  $L_1 = 1,2 \text{ m}$ , а висина штапа  $h_1 = 0,9 \text{ m}$ ? При премештању штапа за  $d = 1 \text{ m}$  из претходног положаја дуж правца сенке, дужина сенке се повећа и износи  $L_2 = 1,5 \text{ m}$ .

8.2 Угаона висина Сунца (у астрономији се означава са  $h$ ) над хоризонтом 21. марта у подне, у неком београдском приградском насељу, износила је  $h = 45^\circ$ . Нађите угао под којим треба поставити равно огледало према хоризонту, да сунчев зрак пада вертикално на дно неког бунара у том насељу. Да ли постоји неки дан у години када нам то огледало није потребно?

8.3 Испред испупченог огледала полупречника кривине  $R = 20 \text{ cm}$ , налази се светао предмет који стоји нормално на оптичкој осци. Увећање lika у овом положају је  $u_1 = 0,2$ . За колико треба померити предмет и у ком смеру по оптичкој осци, да увећање буде  $u_2 = 0,25$ ?

8.4 Сабирно сочиво жижне даљине  $f_1 = 20 \text{ cm}$  налази се на растојању  $d = 50 \text{ cm}$  од расипног сочива жижне даљине  $f_2 = -36 \text{ cm}$ . Светао предмет је на растојању  $p = 40 \text{ cm}$  испред сабирног сочива, на оптичкој осци. Нађите удаљеност коначног lika и увећање.



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

Колију 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