

млади 02/03 89 "0"  
**ФИЗИЧАР**

ИЗДАВАЧ ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

YU ISSN 0351-5575



ТЕМА БРОЈА: Јонизујуће зрачење - пријатељ и помоћ  
НОБЕЛ 2002: Два нова прозора на Универзуму  
КАКО ТО РАДЕ ДРУГИ: Верујете ли у Деда Мраза

- YU МЛАДИ ФИЗИЧАР, Часопис за ученике и наставнике 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: Ратомирка МИЛЕР и др Драган МАРКУШЕВ  
Лектура: Редакција часописа  
Коректура: Редакција часописа  
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

проф. др Светозар БОЖИН  
проф. др Дарко КАПОР  
проф. др Милан ДИМИТРИЈЕВИЋ  
др Мирјана ПОПОВИЋ-БОЖИЋ  
др Радомир ЂОРЂЕВИЋ  
др Борко ВУЈИЧИЋ  
др Горан ЂОРЂЕВИЋ  
др Љубиша НЕШИЋ  
Ратомирка МИЛЕР  
Дејан КРУНИЋ  
Данило БЕОДРАНСКИ

### ИЗДАВАЧ

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ  
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, децембар 2002

Сва права умножавања, прештампавања и превођења задржава Друштво физичара Србије

За издавача: проф. др Илија Савић

Штампа: Студио Плус, Београд

Тираж: 1200 примерака

### 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

## УРЕДНИКОВА СТРАНА

Поштовани читаоци!

Полако се приближавамо крају и овог полугодишта. Хвала свим претплатницима на указаном поверењу и поновном дружењу са нама. У овој школској години очекујемо помоћ и разумевање како Министарства просвете и спорта, тако и Министарства за науку, технологије и развој Републике Србије, која су сваке године обезбеђивали један број бесплатних примерака ученицима и наставницима основних и средњих школа. Први кораци у том правцу су и ове године већ учињени.

Подсећамо вас да смо поново доштампали збирке задатака из протеклих бројева "Младог физичара". Можете их наћи у књижари "Студентски трг" или у секретаријату Друштва физичара Србије. Све потребне адресе и телефоне можете наћи на страницама овог листа. Такође смо за вас припремили, и делимично прерадили, посебну свеску "Зима са физиком", која ће се у продаји наћи већ крајем ове године.

У овом броју по први пут смо дали приказ и Међународне астрономске олимпијаде. Југословенски представници су по први пут учествовали на олимпијади тог типа, и постигли су запажен успех. Један од главних иницијатора и организатора одласка наше екипе, проф. др Јелена Милоградов - Турин, написала је занимљив чланак о путу и боравку наше екипе на Кавказу.

После низа година опет уводимо и наградне задатке, тако да ћемо у сваком наредном броју објављивати и имена оних ђака који су тачно решили одабране задатке.

На крају желим вам леп одмор и срећне наступајуће Божићне и новогодишње празнике, са надом да ће вам се највећи део жеља и остварити, и да ћете и у следећој години наставити да се дружите са нама.

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



## САДРЖАЈ

## 3 УКРАТКО

## 5 ТЕМА БРОЈА

- 5 **Јонизујуће зрачење - пријатељ и помоћ**  
Бранислав Радак, виши научни сарадник,  
ИНН "Винча", Београд

## 10 НОБЕЛ 2002

- 10 **Два нова прозора на Универзуму**  
припремио: Душан Арсеновић  
Институт за физику, Београд-Земун

## 14 АСТРОНОМСКЕ ОЛИМПИЈАДЕ

- 14 **Међународне астрономске олимпијаде**  
Јелена Милоградов-Турин  
Катедра за астрономију  
Математички факултет, Београд

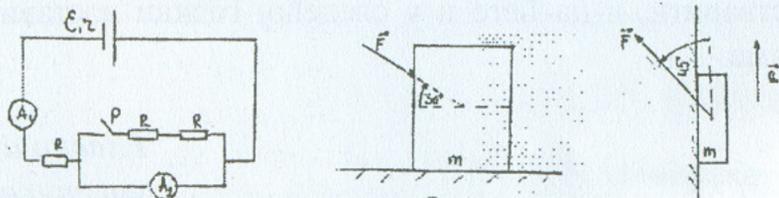
## 18 КАКО ТО РАДЕ ДРУГИ

- 18 **Верујете ли у Деда Мраза**  
припремио: Владимир Стојановић  
Институт за физику, Београд-Земун

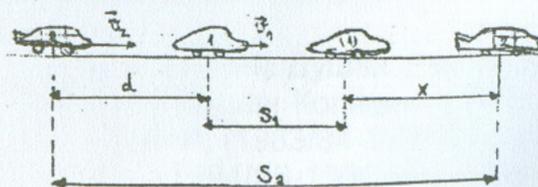
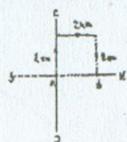
## 23 ПРИКАЗ КЊИГЕ

- 23 **Стивен Хокинг: Космос у ораховој љусци**  
Милан М. Ђирковић,  
Друштво астронома Србије

## 26 ЗАДАЦИ



## 29 РЕШЕЊА ЗАДАТАКА



## УКРАТКО

Ласери откривају тешке дроге  
22 октобар 2002

Арт Шолоу (*Art Schawlow*), покојни физичар који је 1981. године делио Нобелову награду за свој рад на ласерској спектроскопији, једном је рекао да ће "било која супстанца почети да зрачи уколико је озрачимо довољно jakim ласерским зрачењем". Шолоуово веровање да сви материјали имају употребљиве оптичке особине је сада до те мере потврђено, да би чак и њега самог изненадило. Три физичара из Индије су применили ту особину супстанци за испитивање и детекцију хероина и морфијума. (R L Prasad *et al.* 2002 *Pramana* 59 487).

Пер Бак (*Per Bak*) 1948-2002

29 октобар 2002

Пер Бак, теоријски физичар који је помогао у развоју концепта тзв. „само-организујуће критичности“ умро је у 54-тој години живота. Само-организујућа критичност, која је прво коришћена у проучавању понашања гомила песка, може такође да предвиђа појаве тако различите као што су земљотреси, шумски пожари и цене на берзи. Бак је тај концепт развио 1987-ме године са Чао Тангом (*Chao Tang*) и Куртом Визенфелдом (*Kurt Wiesenfeld*) док је радио у Брукхејвенској националној лабораторији у САД.

Електронски уређаји засновани  
на једном молекулу

1 новембар 2002

Физичари су успели по први пут да измере проводност једног водониковог молекула. Јан ван Руитенбек (*Jan van Ruitenbeek*) са Лајденског универзитета у Холандији са сарадницима је користио механички контролисан „прекидач“ да би заробио један водоников молекул између две платинске електроде и измерио његову проводљивост (RHM Smit *et al.* 2002 *Nature* 419 906). Овај „водонични мост“ представља једноставан пробни уређај у коме се могу проучавати фундаменталне особине уређаја са једним молекулом.

# PhysicsWeb

Global news and information

## Потврде о „тамној енергији“ још јаче

13 новембар 2002

Међународни тим астронома је пронашао нове потврде да је највише енергије у Универзуму садржано у облику „тамне енергије“. Кју-Хјун Чае (*Kyu-Hyun Chae*) са Универзитета у Манчестеру и колеге у САД, Немачкој и Холандији проучавали су „гравитациона сочива“ откривена у *Cosmic Lens All Sky Survey* (CLASS). Комбинујући ове резултате са подацима о распореду галаксија, показали су да је већина енергије у Универзуму у облику тамне енергије (*КН Chae et al. 2002 Phys. Rev. Lett. 89 151301*).

## Антипротони сондирају хиперфино цепање

29 новембар 2002

Хиперфино цепање је позната појава у атомској физици где магнетно дејство између језгра и електрона цепа енергетске нивое електрона на поднивое. Еберхард Видман (*Eberhard Widmann*) са Токијског универзитета и колеге из Јапана и Европе потврдили су да хелијумови атоми, којима је један електрон замењен антипротоном, испољавају хиперфино цепање као и још суптилнију појаву познату као „суперхиперфино“ цепање. Ефекат се јавља због магнетне интеракције између орбитног момента импулса антипротона, спина електрона и спина антипротона (*Е. Widmann et al 2002 Phys. Rev. Lett. 89 243402*).

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

## ТЕМА БРОЈА

### Јонизујуће зрачење - пријатељ и помоћ

*Бранислав Радак, виши научни сарадник,  
 ИИИ "Винча", Београд*

#### Да размислимо онако, уопште....

Реч "зрачење" (заправо, јонизујуће зрачење) је данас постало као нека ознака за нешто застрашујуће, нешто најгоре. То није сасвим без разлога, јер енергија јонизујућег зрачења коју озрачени живи организми апсорбују заиста у њима може да изазове тешке, чак смртоносне, последице. Међутим, то важи и за излагање живих организама и другим видовима енергије. Још као деца смо научили да не прилазимо превише близу врелој пећи (због топлотног зрачења), а научили смо и да своје тело не излажемо нагло и превише ни дејству сунчеве енергије (светлосног зрачења). Научили смо, не да се плашимо, него да поштујемо ту енергију која се простире кроз простор. И, свакако, да је користимо. Исто то важи и за јонизујуће зрачење, јер и оно "је енергија која се простире. Разлика је у томе што јонизујуће зрачење знатно дубље продире у озрачене предмете, па су стога и "правила поштовања" (која се зову "мере заштите") овог зрачења нешто различита, али су она данас већ врло добро позната. Штавише, енергија јонизујућег зрачења се данас користи у процесима индустријских размера (радијационе технологије). Као општи закључак, дакле, може се рећи да сваки вид енергије може да буде опасан, али и користан.

На једном научном скупу 1978. професор Артур Чарлсби (*Charlesby*) је рекао: "Зрачење је на лошем гласу јер се редовно повезује са највећим разарањем у историји човечанства (мислио је на атомске бомбе бачене на Хирошиму и Нагасаки 1945). Да је електрична енергија почела да се примењује на електричној столици, питам се да ли бисмо ми данас били осветљени електричном енергијом?" ("Електрична столица" се користи у САД за изршавање смртне казне).

Поглавља која следе бавиће се областима и начинима коришћења јонизујућег зрачења у индустријским размерама, а биће поменуте и неке посебне примене од значаја за медицину, културно наслеђе..... Ово чинимо да бисмо видели како смо научили да живимо са зрачењем. Наиме, у једном стручном часопису о нуклеарној техници писало је као мото: "Зрачење је ушло у наш живот и остаће у њему. На нама је да научно да живимо са њим".

## Радијационе технологије

Радијационе технологије су индустријски процеси у којима се енергија јонизујућег зрачења користи за жељене промене на материјалима и предметима, а чији су производи: стерилисана медицинска опрема, просторно умрежени полимери, конзервисана храна, пречишћавање отпадних гасова.... Као извори зрачења најчешће се користе радиоактивни кобалт (гама зрачење високе енергије) и акцелератори електрона (снопови убрзаних електрона снаге више десетина киловата). Ради заштите околине и особља озрачивање материјала се обавља у просторијама са бетонским зидовима дебљине од 1,5 m до преко 2 m, зависно од врсте зрачења и јачине извора. Радијационе технологије спадају у најчистије индустријске процесе; загађење околине од свих радијационо-индустријских постројења колико их је данас на целом свету одговарало би загађењу које производи термоелектрана снаге од 50 мегавата (тако мале термоелектране се данас и не граде).

### Стерилизација медицинске опреме

Прави наслов би овде требало да гласи: "Стерилизација предмета за једнократну употребу у медицини". Развој индустрије пластичних маса омогућио је да предмети као што су, на пример, шприцеви и игле, начињени од таквих материјала, постану јефтинији од поступака искувавања употребљених предмета, како се то раније радило. Осим тога, једнократном употребом (после које се предмет баца, уништава) практично се онемогућава "преношење заразе иглом" (интрахоспитална инфекција). Игла, на пример, која је била у телу пацијента зараженог вирусом жутице, не може се стерилисати кувањем, јер тај вирус се уништава тек на температурама знатно изнад 100 °C. Тако се дешавало да човек оде да оперише слепо црево, а врати се кући са жутицом. Једнократна употреба такве случајеве практично искључује. Осим шприцева и игала, данас се користе пластични предмети за једнократну употребу и у медицинским лабораторијама: петри-шоље за бактериолошке подлоге, епрувете за узимање бриса, респиратори за бебе. С обзиром да пластични материјали не издржавају високе температуре, такви предмети се стерилишу "на хладно". Постоје само две такве методе: отровним гасом (етилен оксид, пропилен оксид) или зрачењем. Предност ове друге, радијационе, методе је у томе што се за

$$(1 \text{ Gy} = \frac{J}{\text{kg}})$$

контролу процеса мери само доза зрачења<sup>1</sup>, а то се своди на мерење времена излагања зрачењу; време је величина која се најлакше и најпоузданије мери.

Радијациона стерилизација се изводи тако што се предмети сваки у свом коначном херметичком паковању, који се затим пакују у веће картонске кутије (збирна паковања), уносе у "бункер" за озрачивање, у којем се излажу дози зрачења потребној за постизање жељеног степена стерилности. (Раније веровање да постоји нека апсолутна стерилност је одбачена, јер она не постоји). Картонске кутије се при томе не отварају, јер зрачење продира кроз све материјале и све запремине. (Отровни гас не може да продре кроз херметичко паковање, што је још један од недостатака те методе). По завршеном озрачивању, стерилисани предмети могу да иду директно у употребу. Трајност постигнуте стерилности је неограничена, пошто микроорганизми не могу да продру кроз херметичко паковање; то свакако не важи ако је паковање оштећено. Они свакако нису радиоактивни, јер енергије коришћеног зрачења не могу да активирају ни једно познато атомско језгро.

Процењује се да се у свету радијационом методом стерилише годишње између 6 и 8 милијарди шприцева; у нашој земљи стерилише се од 20 милиона до 25 милиона шприцева годишње.

### Производња и конзервација нехрамбених производа и додатака

Подаци специјализованих агенција Уједињених нација говоре да данас у свету пропада, у просеку, између 25% и 30% хране (у развијенијим срединама) због немогућности да се она очува; у земљама тропског појаса и мање развијеним срединама тај удео се пење на 70% и више. Зато је добро дошла свака метода која може такво стање да унапреди. На радијационој конзервацији хране ради се већ више од пола века, али до шире примене зрачења у те сврхе дошло је тек у последњих 10 до 15 година. Разлог за то није био у непознавању процеса које зрачење изазива у храни. На једном научном скупу пре 15 година један од закључака је био да се, на пример за месо, више зна који се процеси дешавају при зрачењу него при печењу на роштиљу, или чак - при кувању. Разлог овога "чекања" је био страх од зрачења;

<sup>1</sup> Доза зрачења, или апсорбована доза зрачења је енергија зрачења апсорбована у јединици масе озраченог материјала; мери се јединицом Греј, ознака Gy (1 Gy = 1 J/kg).

дакле - предрасуде. На једном универзитету у САД извршен је 1977. или 1978. године експеримент. Електронским снопом је озрачена већа количина вакуумских паковања сухомеснатих производа. Количина је подељена на две гомиле. На једној је писало "Обрађено зрачењем", а на другој "Обрађено електронима"; на обе је писало "Бесплатно". Прва гомила је стајала скоро недирнута данима, а другу су студенти појели за око 2 сата. (Плашили су се речи "зрачење" а реч "електрони", што такође значи зрачење, им није сметала). Данас је већ велики број земаља у свету, а ту спада и наша, прихватио зрачење хране и уврстио га у своје законодавство (код нас од децембра 1984. године)

Зрачење није "лек за све", нису све врсте хране (на пример, сирова јаја) подобне за третирање зрачењем. (То важи и за остале методе обраде хране; не постоји димљена торта, или зелена салата са роштиља). Општа је процена да око 80% прехранбених артикала може да се зрачи; различитим дозама, што зависи од врсте производа и намене.

Најниже дозе, око 100 Gy, довољне су за спречавање клијања кромпира, јер се том дозом инактивира највиталнији, репродуктивни, део - клица, а прехранбене особине и укус остају непромењени. Такав зрачени кромпир може се чувати у стану, не клија, нити мења укус најмање годину дана. За уништавање инсеката, њихових ларви и јаја у зрнастој храни потребно је 500 Gy до 1000 Gy. Тог реда величине су и дозе за успоравање зрења воћа при дужем транспорту (јагоде, банане, папаје). За конзервацију артикала као што је месо, јаја у праху, зачини, користи се се доза до 10000 Gy, јер се том дозом уништавају микроорганизми. Ово је у складу са правилом: што је живи организам на вишем ступњу развоја, то су потребне мање дозе зрачења да му нашkode; смртна доза за човека и већину сисара је око 10 Gy, за инсекте треба најмање око 500 Gy, за микроорганизме ред величине смртне дозе износи 10000 Gy, а за вирусе она је чак 100000 Gy и више.

Тешко је наћи разлог зашто новинарима није било довољно сензационално да напишу да се космонаути хране искључиво зраченом храном. То је мало скупљи процес, јер се та храна у количинама једног нормалног obroка, у херметичком паковању, стерилише врло високим дозама зрачења (45000 Gy) на температури од - 40 °C. После озрачивања храна се одмрзава, али остаје у херметичком паковању и може се носити у џепу, или држати у фијоци писаћег стола. На IV. светској конференцији одржаној 1982. године у Дубровнику, у једној паузи, учесницима су биле сервиране загрејане виршле из таквих паковања; биле су изванредног укуса.

У наслову овог поглавља поменута је и производња хране. Храна се директно не производи зрачењем; оно је међутим у стању да знатно помогне производњу. То је зрачење сувог тресета за повећавање приноса махунарки (легуминоза). То су оне биљке (пасуљ, соја, луцерка) на чијим се коренима настајују корисни микроорганизми (ризобијуми) који од азота и кисеоника из ваздухе синтетизују азотно ђубриво. Наше агрономе је посебно интересовала соја. У нашем земљишту ризобијума специфичних за соју (*rhizobium japonicum*) нема, али се они могу купити и вештачки размножавати. Тај микроорганизам површински везан за тресет може да живи 200 дана. Поступак је следећи: суви тресет се озрачивисоком дозом да би се на њему уништили постојећи микроорганизми. На њега се сипа "подлога" (заправо неке врста супе) са ризобијама и пусти да се они у том благу несметано развијају; конкуренције других микроорганизма нема, све их је зрачење уништило. У том благу се "окупа" семе соје, мало просуши и сеје. Чим пусти корен (за много мање од 200 дана), ризобијум се јави и почне да производи азотно ђубриво. Процењује се да се овом методом повећава принос соје и до 40 %. Обимом стерилизације тресета довољног за око 100000 хектара, ми смо били друга или трећа земља у свету 1982/3. године; тада се у сличном обиму то исто радило у Аустралији и Јужној Африци. Данас то већ многе земље раде (нарочито Русија).

## НОБЕЛ 2002

## Два нова прозора на Универзуму

припремио: Душан Арсеновић

Институт за физику, Београд-Земун

Основни текст налази се на адреси: [www.nobel.se](http://www.nobel.se)

## Нобелова награда за физику у 2002.

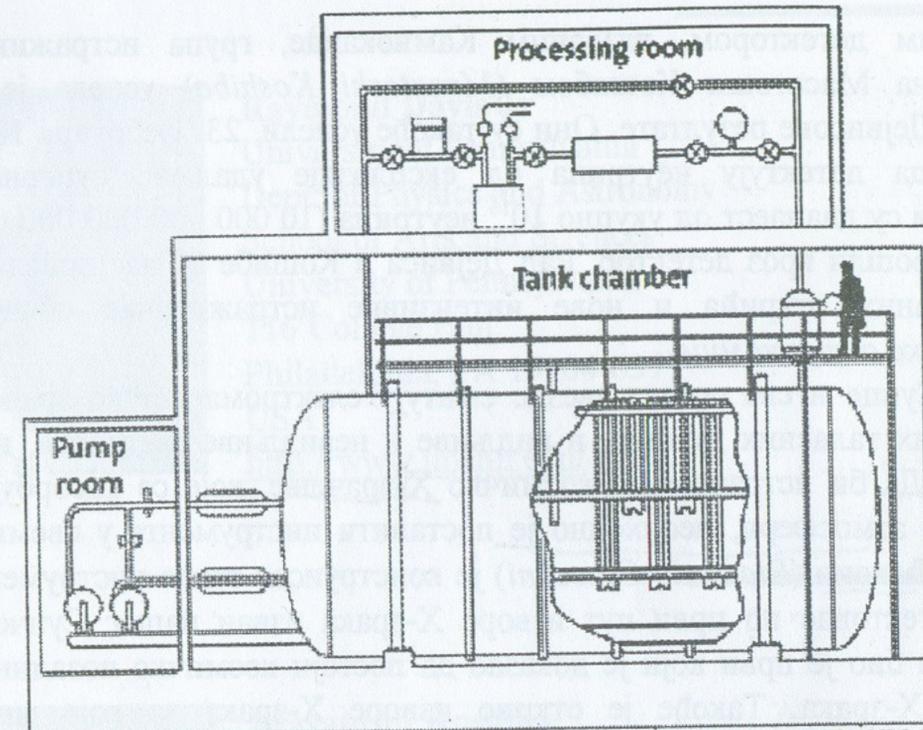
Овогодишња Нобелова награда за физику се односи на открића и детекцију космичких честица и радијације, из којих су се развиле две нове области истраживања, неутринска астрономија и астрономија Х-зрака. Половина награде додељена је заједнички Рејмонду Дејвису млађем, Факултет за физику и астрономију Универзитета у Пенсилванији, САД и Масатоши Кошиби, Интернационални центар за физику елементарних честица, Универзитет у Токију, Јапан, "за пионирски допринос астрофизици и то за детекцију космичких неутрина", а друга половина Рикарду Ђаконију, Удружени универзитети, Вашингтон, САД, "за пионирски допринос астрофизици који је довео до открића космичких извора Х-зрака". текстом који следи даћемо кратак опис ових награђених достигнућа.

- neutrino -

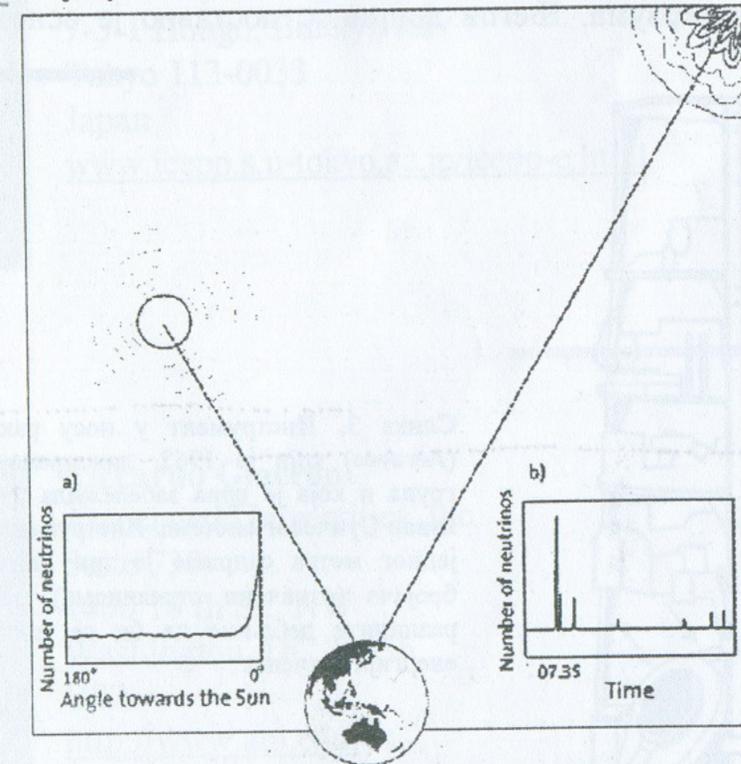
Земља стоји на путу непрекидног флуksа космичких честица и других типова зрачења. Овогодишњи лауреати Нобелове награде за физику искористили су најмање компоненте универзума да продубе наше разумевање највећег: Сунца, звезда, галаксија и супернових. Ново знање је променило начин на који гледамо Универзум.

Мистериозна честица названа неутрино је предвиђена још 1930. године од стране Волфганга Паулија (*Wolfgang Pauli*, Нобелова награда 1945), али било је потребно 25 година да се докаже њено постојање (Фредерик Рајнс, *Frederick Reines*, Нобелова награда 1995). Ово је зато што неутрини, који се формирају у фузионим процесима у Сунцу и другим звездама када се хелијум ствара из водоника, једва да уопште интерагују са материјом и због тога се тешко детектују. На пример, хиљаде милијарди неутрина пролазе кроз нас сваке секунде, а да их ми не приметимо. Рејмонд Дејвис млађи (*Raymond Davis Jr*) конструисао је потпуно нов детектор (слика 1), гигантски танк напуњен са 600 тона  $C_2Cl_4$ , који је постављен у руднику злата Хоумстејк у Јужној Дакоти (САД), да би се елиминисао утицај космичког зрачења. Током периода од 30 година успео је да детектује 2000 Сунчевих неутрина и тиме је могао да докаже да фузија обезбеђује енергију са Сунца. Другим

10 → ТЕТРАХЛОРЕТИЛЕН



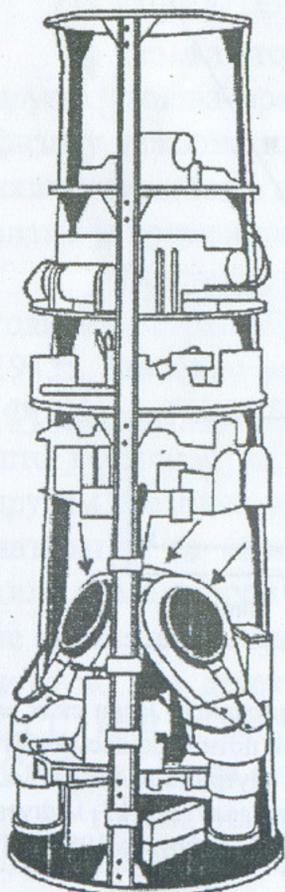
Слика 1. Дејвисов детектор, који је први пут у историји доказао постојање звезданих неутрина. Танк који је постављен у рудник злата садржао је више од 600 тона тетрахлор-етилена био је дугачак 14,6 метара са пречником од 6,1 метара.



Слика 2. а) Бележење звезданих неутрина у експерименту Камиоканде. Јасан скок је видљив на углу који одговара правцу ка Сунцу. Равномеран фон потиче од космичког зрачења и радиоактивности око детектора; б) Опажање навале неутрина са SN1987A. Слика показује број догађаја у фотомултипликатору у интервалу од 17 минута почевши од 07.33 UT. Навала неутрина је дошла у 07.35.35 UT 23. фебруара 1987. UT је ознака за време у Гриничу.

гигантским детектором, названим Камиоканде, група истраживача предвођена Масатоши Кошибом (*Masatoshi Koshiha*) успела је да потврди Дејвисове резултате. Они су такође успели, 23. фебруара 1987. године, да детектују неутрина од експлозије удаљене супернове. Захватили су дванаест од укупно  $10^{16}$  неутрина (10 000 000 000 000 000) који су прошли кроз детектор. Рад Дејвиса и Кошибе су нас довела до неочекиваних открића и нове интензивне истраживачке области, *неутринске астрономије*.

Сунце и све остале звезде емитују електромагнетско зрачење различитих таласних дужина, и видљиве и невидљиве светлости, нпр. X-зрака. Да би истраживали космичко X-зрачење, које се апсорбује у Земљиној атмосфери, неопходно је поставити инструменте у свемиру. Рикардо Ђакони (*Riccardo Giacconi*) је конструисао такве инструменте. Он је детектовао по први пут изворе X-зрака изван нашег Сунчевог система и био је први који је доказао да постоји космичко позадинско зрачење X-зрака. Такође је открио изворе X-зрака за које многи астрономи данас сматрају да садрже црне рупе. Ђакони је конструисао први телескоп за X-зраке, који нам је омогућио потпуно нову - и оштру - слику Универзума. Његов допринос поставио је основе *астрономије X-зрака*.



Слика 3. Инструмент у носу ракете Аероби (Aerobee) који је 1962. лансирала Ђаконијева група и која је прва забележила извор X-зрака изван Сунчевог система. Инструмент дужине око једног метра садржао је три Гајгер-Милерова бројача (означени стрелицама), са прозорима различите дебљине да би се могла одредити енергија зрачења.



**Raymond Davis Jr**  
University of Pennsylvania  
Dept. of Physics and Astronomy  
School of Arts and Sciences  
University of Pennsylvania  
116 College Hall  
Philadelphia, PA 19104-6377  
USA  
<http://www.upenn.edu/>



**Masatoshi Koshiha**  
International Center for Elementary Particle Physics  
University of Tokyo  
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku  
Tokyo 113-0033  
Japan  
[www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/icepp-e.html](http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/icepp-e.html)



**Riccardo Giacconi**  
Associated Universities, Inc.  
Suite 730  
1400 16 th St., NW  
Washington, DC 20036  
USA  
<http://www.aui.edu/>

## АСТРОНОМСКЕ ОЛИМПИЈАДЕ

### Међународне астрономске олимпијаде

Јелена Милоградов-Турин

Катедра за астрономију

Математички факултет, Београд



После деценија постојања међународних олимпијада из математике и физике, 1996. године почело се са такмичењима у оквиру Међународних астрономских олимпијада (МАО). Организује их Евро-азијско астрономско друштво. Одржавају се сваке године, углавном на Специјалној астрофизичкој опсерваторији Руске академије наука (САО РАН), на Кавказу, у месту Нижњи Архиз. Два пута (1999. и 2001. године) одржане су на Кримској астрофизичкој опсерваторији, у месту Научни, у Украјини. На првој МАО је било 4 екипе (две из Руске федерације – једна из Москве а друга из Русије без Москве, и по једна из Финске и Шведске), док је на последњој, седмој, било 11 (две из Руске федерације, и по једна из Бразила, Бугарске, Индије, Италије, Јерменије, Југославије, Јужне Кореје, Кине и Шведске).

Југословенска екипа (од два члана) је ове, 2002. године први пут учествовала на једној Међународној астрономској олимпијади. Организацију је извело Друштво астронома Србије (ДАС).

До иницијативе за учешће на МАО је дошло под утицајем успеха Југословена на другим стручним олимпијадама. Истражујући историју Савеза друштава математичара, физичара и астронома Југославије, аутор овог чланка је обрадио и рад Савеза са младима, при чему му је пало у очи да су ученици из Југославије учествовали на олимпијадама из математике (од 1963), физике (од 1968) и информатике (од 1990) али не и на олимпијадама из астрономије. Зато, када је у мартовском броју 2000. године познатог америчког часописа *Sky and Telescope* прочитао чланак о почетку астрономских олимпијада, осетио је да се мора учинити све да и Југославија на њима почне да учествује. Као председник ДАС-а, аутор је имао могућности да ту иницијативу широко развије. Управни одбор ДАС-а, коме је предлог о учешћу био изнет 19. маја 2000. године, прихватио је покретање акције.

## VII International Astronomy Olympiad 2002

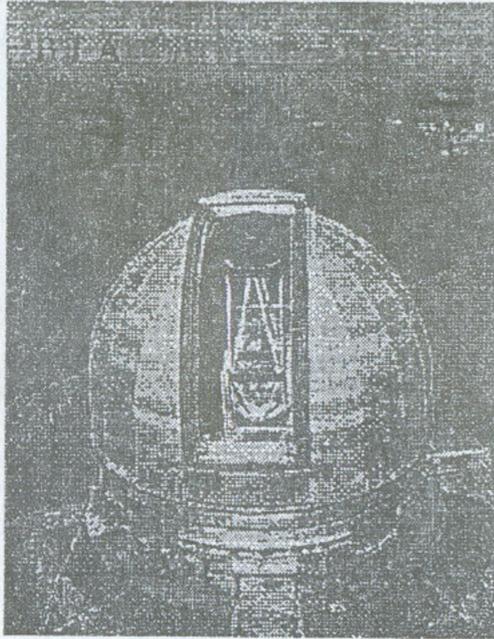
После предавања о МАО, 27. септембра 2000. године на Астрономској опсерваторији у Београду, уследило је дописивање са организатором МАО и разматрање могућности организовања квалификационог испита за потенцијалне такмичаре. Одлучено је да се овог пута, с обзиром на неискуство, не ради са ученицима млађим од 15 година. Показало се да је Истраживачка станица Петница са својом инфраструктуром, разрађеним системом контаката са младим талентима, била прави сарадник у том послу. Тестирање кандидата је обављено 28. јула 2002. године, у чему је главну улогу имао др Милан Ђирковић, тадашњи секретар а садашњи председник ДАС-а. Природно су се издвојила по броју бодова два кандидата: Михаило Чубровић из Математичке гимназије у Београду, и Марко Симоновић из математичког одељења гимназије "Станимир Вељковић Зелe" у Лесковцу. За њих и вођу пута, Игора Смолића, руководиоца астрономских активности у Истраживачкој станици Петница а студента астрофизике Математичког факултета у Београду, послате су пријаве организатору, др Михаилу Гаврилову. За разлику од математичких олимпијада, трошкове учешћа сnose учесници односно земље учеснице. На молбу ДАС-а организатор је снизио цену учешћа за југословеску екипу што је повлачило учешће вође пута у раду Одбора за такмичење. И поред тога, финансијски проблеми су се показали веома озбиљни. Средства за учешће су тражена од Министарства за науку, технологије и развој Републике Србије и Министарства просвете и спорта Републике Србије. Битну помоћ су указали Истраживачка станица Петница и појединци. На сву срећу све се добро завршило.

Наша мала екипа је отпутовала 20. октобра 2002. године, преко Москве до аеродрома Минералне воде (везаног за чувену бању Пјатигорск у којој је боравио и познати руски песник Љермонтов, где је и погинуо у двобоју). Учеснике су дочекали организатори који су их одвезли у Нижњи Архиз - место где живи особље Специјалне астрофизичке опсерваторије Руске академије наука и бораве гости.

Такмичење је одржано од 22. до 29. октобра. Сем теоријског дела са шест задатака постојали су и посматрачки део и практични део. Први од задатака се односио на одређивање нагиба еклиптике према небеском екватору из посматрања у време солстиција извршених од стране старих кинеских астронома, други на одређивање висине сателита "Иридијум" из података о његовом сјају и димензија његових соларних плоча, трећи на дешифровање бинарне поруке наводне ванземаљске цивилизације, четврти је био из радио-астрономије, пети је захтевао познавање основних елемената небеске механике примењено

на Марс док се шести односио на поређење астероида и објеката Којперовог појаса. Посматрачки део се састојао у томе да такмичари препознају у условима делимично облачног времена сазвежђе чији се део видео, именују неколико тада видљивих звезда и одреде њихов положај у односу на Галактичку раван и центар. Практични део је изискивао критичку анализу радијалних брзина галаксија чија су удаљења позната и коришћење изабраних вредности за израчунавање Хаблове константе.

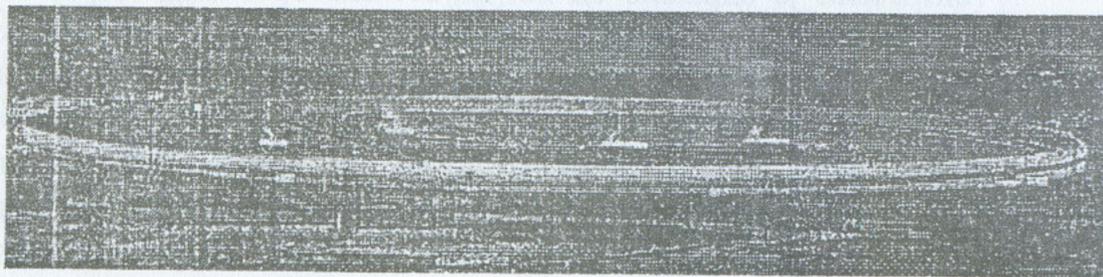
Организован је и излет до великог азимуталног телескопа (БТА) и радио-астрономског телескопа Академије наука (РАТАН). БТА је највећи класично одливени оптички телескоп из једног комада, пречника 6m, који је од 1976. до 1991. године био и највећи у свету, а данас је највећи у Евроазији, док је РАТАН највећи кружни сектор, 600 m у пречнику, за пријем радио-таласа. Организован је и излет по околини. На отварању VII MAO говорио је директор САО РАН.



Слика 1

Оба члана наше екипе су освојила довољно бодова за добијање дипломе трећег степена (бронзане медаље). То је леп успех с обзиром на то да и они и ДАС нису имали бар неко искуство. Сами такмичари сматрају да су могли и боље да прођу и да су нажалост направили грешке. Обојица су веома задовољни што су учествовали на олимпијади и видели ове велике опсерваторије.

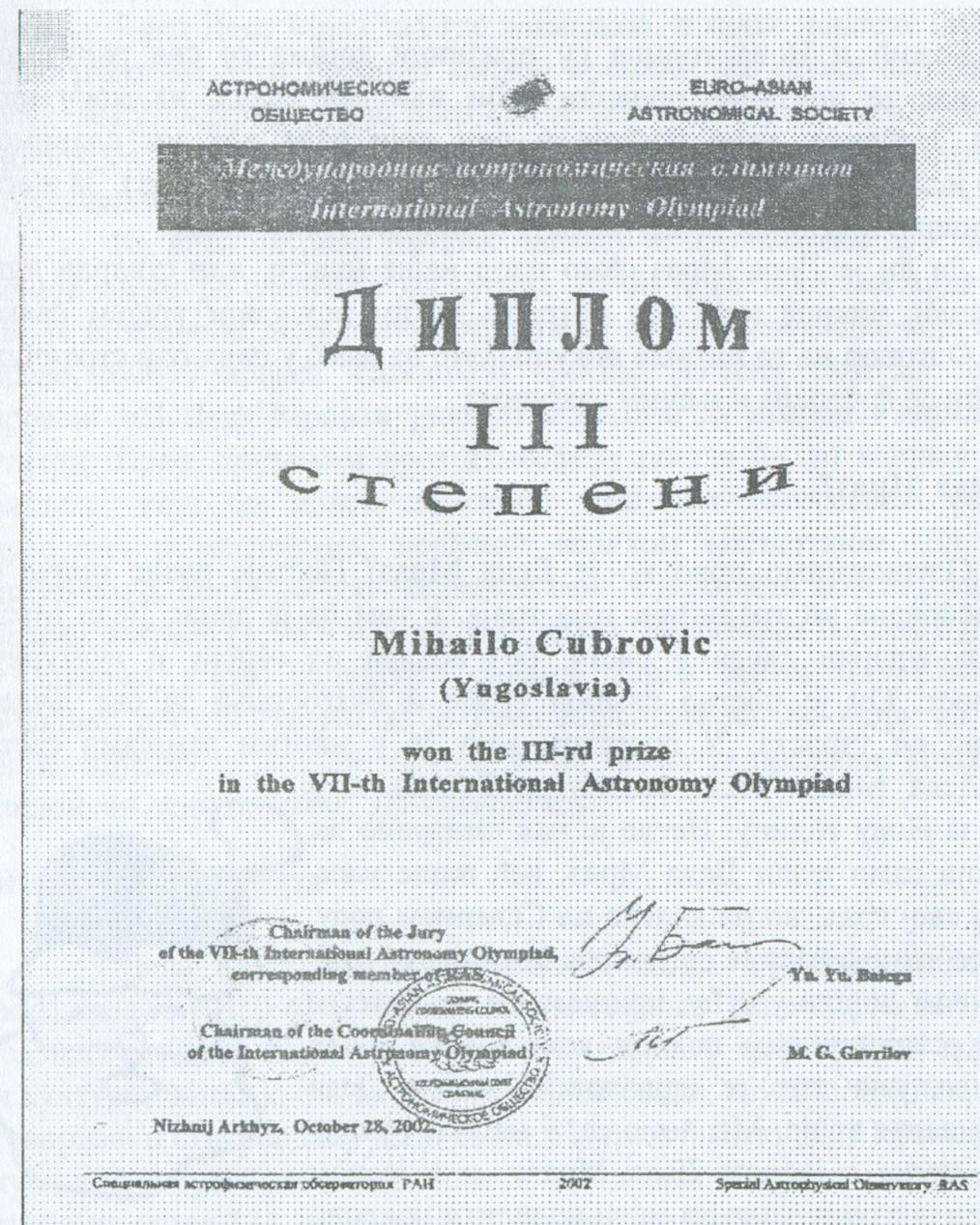
После овог пионирског подухвата који се на радост успешно завршио, морална је обавеза да се и убудуће наши такмичари шаљу на



Слика 2

Међународне астрономске олимпијаде. Овлашћени национални астрономски олимпијски одбор основан 24. септембра 2002. године од Управног одбора ДАС-а због VII MAO ради и даље. ДАС је установио захвалнице за допринос учешћу југословенских такмичара на MAO.

Југословени су до сада били веома успешни: на олимпијадама из математике су освојили 6 златних, 49 сребрних и 100 бронзаних, из информатике 3 златне, 15 сребрних и 9 бронзаних, из физике 2 златне, 12 сребрних и 23 бронзане а сада и из астрономије 2 бронзане. Надајмо се да ће и убудуће бити лепих резултата.



## ЗАНИМЉИВОСТИ

### Верујете ли у Деда Мраза?

приредио: Владимир Стојановић  
Институт за физику, Београд-Земун

Основни текст Родера Хајфилда (Roger Highfield) под насловом "Наука о Деда Мразу" (Santa's science) се налази на адреси: [www.firstscience.com](http://www.firstscience.com)



#### Увод

Божии и Нова година су празници којима се сви радујемо. Већина нас те празнике проводи кући или ван града, на мору или планини. Наравно, увек постоје и они који раде док ми славимо. Свакако један од најпознатијих од тих који раде је и Деда Мраз. За њега новогодишњи празници представљају прилично тежак посао.

Да ли је Деда Мраз само плод наше маште, или стваран лик доброћудног чикице који нас награди неким поклоном крајем сваке године? Одговор на то питање покушаћемо да дамо у ових пар страница користећи се физиком и њеним законима.

#### Ко је Деда Мраз?

Одгонетнимо прво ко је Деда Мраз? Постоје разне приче о њему засноване на традицији која траје, с тим да је данас Деда Мраз постао популаран свуда у свету, без обзира на верску и културну припадност. Он је постао симбол среће и благостања за све људе, независно од узраста. У прошлом веку је у многим земљама света појава Деда Мраза била везана за Божић, а у неким за Нову годину. Негде је чак сматрано да не постоји само један Деда Мраз, већ више њих, да имају свој град, негде далеко на Северном полу. Они су се читаве године спремали за тај један дан, када би нам дошли у кућу, кришом, да их нико не види, и оставили нам поклон испод јелке. Било како било, оно што је најважније, мит о Деда Мразу и данас траје. Ми ћемо се, у нашем тексту, држати приче о једном Деда Мразу, и о једном дану пред празник, када он мора поделити поклоне



свој деци света, возећи се у кочијама препуним поклона, која вуку на десетине ирваса способних да лете.

#### Ирваси, санке и поклони

На први поглед све изгледа тако лако. Осим повремених невоља са санкама, уморних ирваса, узаних димњака и великих мећава, Деда Мраз успева да испоручи милионе поклона пред крај године, и то само за један дан, задржавајући при томе и свој осмех и добро расположење. Да ли је то могуће?

Да би неко поверовао у све то, мора себи поставити многа питања: Како Деда Мраз зна где живе деца, и какве поклоне они желе? Како може да лети по било каквом времену, да кружи око земаљске кугле ноћу? Како може да носи све те поклоне, заједно тешке милионе килограма, и нечујно се спушта на врхове кровова врло прецизно, не поломивши ништа?

На нека од ових питања одговор је дао часопис *Spy magazine* који је дошао до следећих закључака: Да би Деда Мраз могао да понесе све те поклоне за децу света потребне су му огромне санке које ће вући преко 200000 ирваса. Приликом кретања читавог система "санке – ирваси" (са Деда Мразом унутра) морао би да преживи најмање две ствари: Прво, кретањем кроз атмосферу дошло би до великог отпора ваздуха, који би довео до скоро тренутног сагоревања санки са ирвасима и поклонима, праћеног великом експлозијом. Да будемо прецизнији, по прорачуну часописа, сви би испарили за 4,26 хиљадитих делова секунде ( $4,26 \times 10^{-3}$  s). Као друго, Деда Мраз ће, док буде седео у санкама, бити подвргнут силама много већим од гравитације. Уколико претпоставимо да је Деда Мраз створен по узору на људско биће, ниједну од ове две ствари не би могао да преживи. Ипак, сваке године он дели поклоне. Да видимо како.

#### Изазови Деда Мраза

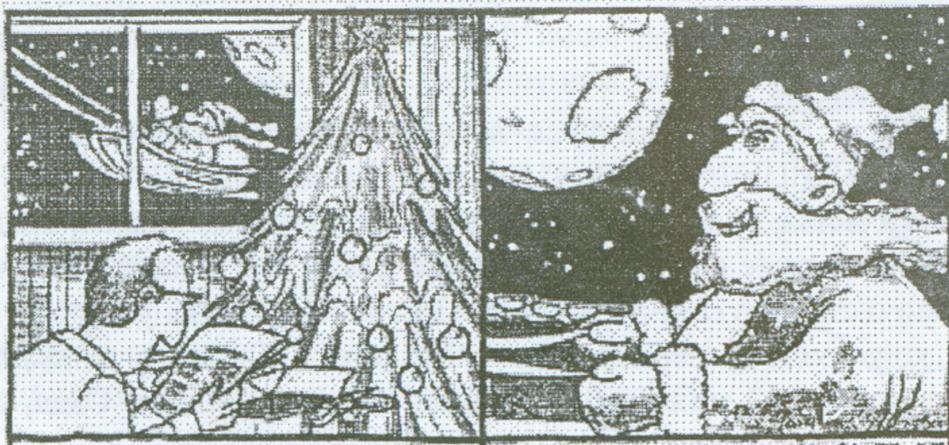
Деда Мраза чека увек велики посао. У свету има, према подацима УНИЦЕФ-а, близу 2,1 милијарде деце ( $2,1 \times 10^9$ ) испод једанаест година. Иако деда Мраз има корене у хришћанској традицији и култури, данас је он, као што смо већ рекли, свуда прихаћен, тако да говоримо о стварно свој деци света. Претпоставимо да, у просеку, свака кућа у коју треба да сврати има по 2,5 детета. То значи да Деда Мраз треба да стане 842 милиона пута да би поделио поклоне. Сада, узмимо

да су ове куће подједнако распоређене дуж копненог дела наше планете. Површина Земље, ако је њен полупречник  $6400 \text{ km}$ , износи  $510$  милиона  $\text{km}^2$  ( $510 \times 10^6 \text{ km}^2$ ). Само  $29\%$  површине наше планете чини копно, тако да то сужава насељену површину на  $150$  милиона  $\text{km}^2$  ( $150 \times 10^6 \text{ km}^2$ ). Свако домаћинство према томе заузима површину (узмимо квадратног облика) од  $0,178 \text{ km}^2$ . Ако свака кућа (или дом) заузима истоветну површину, и налази се у центру те површине, онда је средње растојање између домаћинстава једнако квадратном корену дате површине, тј.  $0,42 \text{ km}$ .

### Подела поклона у једном дану

У идеалном случају, свака кућа (или дом) има димњак. Сваке године Деда Мраз треба да пропутује растојање једнако производу броја димњака –  $842$  милиона ( $842 \times 10^6$ ) – и датог средњег растојања између домаћинстава. То као резултат даје укупно растојање које треба да пређе од  $354$  милиона  $\text{km}$  ( $354 \times 10^6 \text{ km} = 354 \times 10^9 \text{ m}$ ). Ово звучи застрашујуће, посебно ако се зна да он мора да пређе тај пут за једну ноћ. На срећу, Деда Мраз има више од  $24$  часа за дељење поклона. Узмимо да је прва тачка на планети кроз коју треба да прође међународна датумска граница ( $180$  мердијан од Гринича (*Greenwich*)) и то у поноћ. Ако би се кретао дуж саме датумске границе имао би  $24$  сата да подели поклоне. Међутим, он, путујући читавим светом супротно од смера ротације Земље, пролази кроз различите временске зоне у току једног дана, и да би обишао читав свет и дошао опет на место са кога је пошао потрошиће укупно  $48$  сати, што је  $2880$  минута, или  $172\,800$  секунди.

На основу свега овога може се израчунати да Деда Мраз има на располагању  $2$  десетохиљадита дела секунде ( $2 \times 10^{-4} \text{ s}$ ) да би са својим



санкама и ирвасима стигао од једног до другог димњака. Укупан пут који треба да пређе износи  $354$  милиона километара ( $354 \times 10^6 \text{ km}$ ). Средња брзина којом прелази ово растојање је онда  $2060 \text{ km/s}$ . Ако знамо да је брзина звука у ваздуху  $1200 \text{ km/h}$ , или  $0,3 \text{ km/s}$ , онда добијамо да Деда Мраз треба да се креће средњом брзином која је  $6395$  пута већа од брзине звука, или  $6395 \text{ Mach-a}$ .

Када санке, или било који други објекат, премаше брзину звука, доћи ће до најмање једног звучног удара. То је тзв. ударни талас (видети МФ 82). Познато је, међутим, да се Деда Мраз креће нечујно, и да никада нико није чуо никакав звук у ноћи док он дели поклоне. Та чињеница баш и доводи у питање постојање Деда Мраза, јер, уколико је успео да савлада кретање брже од звука, а да при томе не ствара ударне таласе, то представља нови феномен. Или је можда у питању неки технолошки трик?

Осврнимо се сада мало на брзину светлости. Из основа модерне физике знамо да је брзина светлости у вакууму константна и да не може бити премашена. Проверимо да ли се Деда Мраз креће брзином већом од брзине светлости. Брзина светлости износи  $300$  милиона метара у секунди ( $300 \times 10^6 \text{ m/s}$ ) или, када се прерачуна,  $300\,000$  километара у секунди ( $3 \times 10^5 \text{ km/s}$ ). Израчунали смо раније да се Деда Мраз креће средњом брзином која износи  $2060 \text{ km/s}$ . То је много мање од брзине светлости. Тачније, креће се брзином од око једне  $145$ -ине од брзине светлости – а то је сувише споро да бисмо бринули око последица које би имао на основу Ајнштајнове теорије релативности, а да се креће брзином приближно брзини светлости (нпр. повећање масе).

Међутим, није све тако једноставно као што изгледа. Деда Мраз мора да се заустави испред сваке куће, тачније на њеном крову, и убаши поклон унутра или се сам спусти кроз димњак до камина. То



значи да он, у ствари, практично мора да удвостручи брзину коју смо малопре израчунали да би, полазећи из стања мировања, прешао растојање између сваке куће у два десетохиљадита дела секунде. То значи да мора достићи брзину од 0 до 4116 km/s за време од два десетохиљадита дела секунде, што са друге стране значи да мора имати убрзање једнако  $20,5 \times 10^6 \text{ km/s}^2$ , или  $20,5 \times 10^9 \text{ m/s}^2$ .

Убрзање силе земљине теже је, у поређењу са претходно израчунатим убрзањем, само око  $9,8 \text{ m/s}^2$ , тако да је убрзање Деда Мразових санки приближно две милијарде пута веће од убрзања изазваног гравитационом силом Земље. Ако узмемо да Деда Мраз има проблема са вишком килограма (свуда је представљен као дебелушкасти чикица), и да има око 100 kg, сила која ће деловати на њега док се буде кретао биће једнака производу његове масе и његовог убрзања: То је приближно 2 000 милијарди њутна ( $2000 \times 10^9 \text{ N} = 2 \times 10^{12} \text{ N}$ ).

На основу оваквог рачуна ниједно живо биће не би могло да поднесе деловање овако велике силе па још у тако малом временском интервалу. Чак и астронаути и пилоти модерних ловачких авиона не могу да поднесу убрзањима која су «само» три или четири пута већа од гравитационог: они морају да прођу специјалан тренинг и да носе тзв. G-одела да би савладали велика убрзања и одржали нормалну циркулацију крви у глави (да се не би онесвестили). Деда Мраз мора да поднесе убрзање које је две милијарде пута веће од убрзања силе земљине теже, и силу приближну 2000 милијарди њутна. На основу физике он би врло брзо, скоро тренутно, био «претворен у флеку» на санкама, и не би стигао да подели ни један поклон.

И на крају, постоји још један проблем са којим Деда Мраз треба да се избори. Његов товар играчака. Претпостављајући да свако од 2,1 милијарди деце добија пакетић средње величине (900 g), сви пакети ће тежити 1895 милиона килограма ( $1895 \times 10^6 \text{ kg}$ ) а то је приличан терет да се са њим лети.

У сваком случају, са које год стране гледали, неко ко жели да докаже постојање Деда Мраза имаће врло тежак, скоро немогућ посао. Он треба да премости озбиљне препреке, савлада све познате законе физике, и постави неке нове теорије, да би успео у томе.



## ПРИКАЗ КЊИГЕ

### Стивен Хокинг: Космос у ораховој љусци

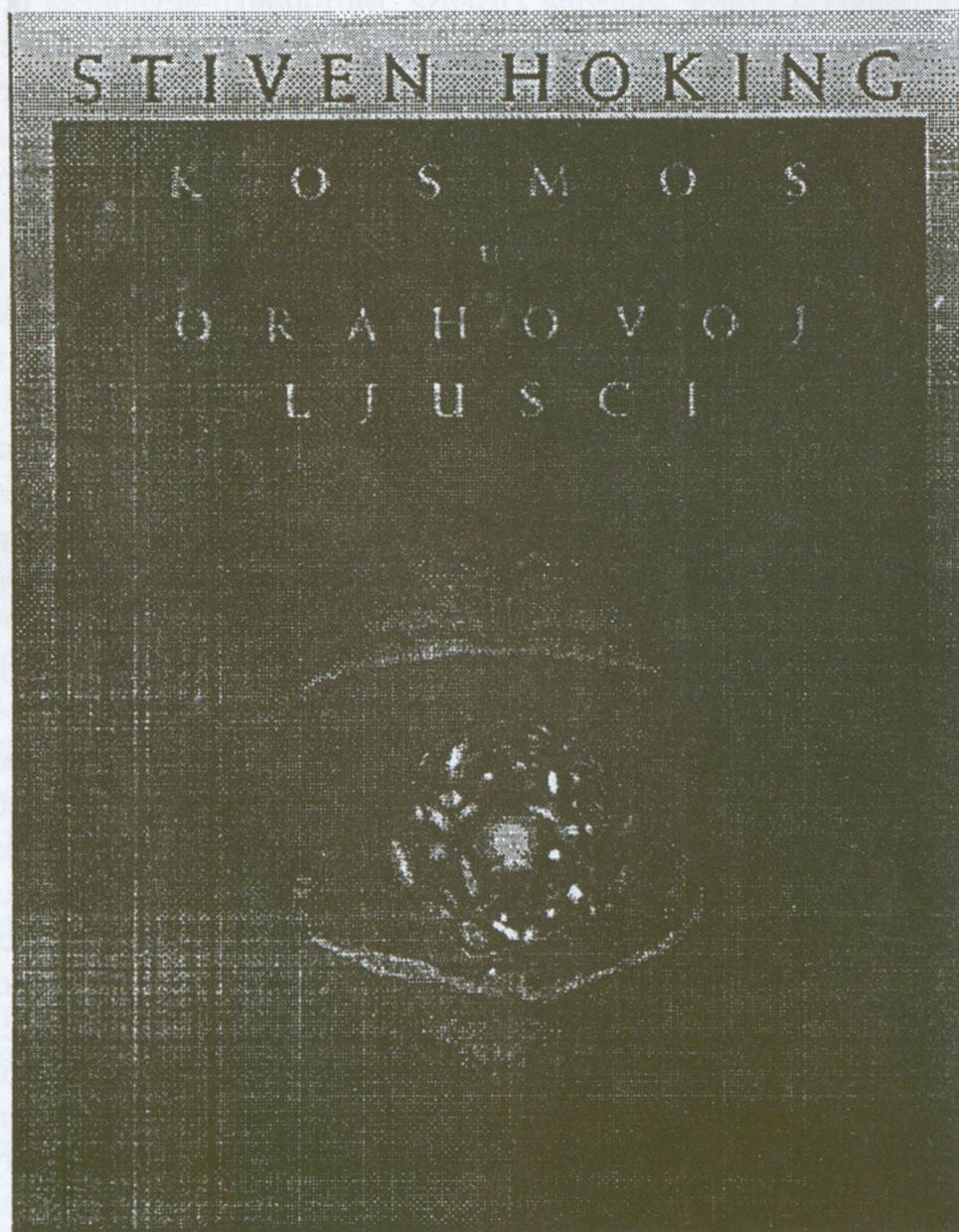
Милан М. Ђирковић,

Друштво астронома Србије

Стивена Хокинга (*Stephen W. Hawking*, рођен 1942. године), великог британског теоријског физичара и космолога ваљда и не треба посебно представљати. Од високостручних чланака у *Physical Review Letters* до телевизијских серија попут "Звезданих стаза" и "Симпсонових", Хокинг је чест гост у јавности и својеврсна интелектуална икона краја XX и почетка XXI века. Упркос страшној болести (MND – *Motor Neurone Disease*, Моторичко-неуронска болест) која га прати већ готово четири деценије (Хокинг је најдуготечнији светски случај ове ретке болести која се обично фатално завршава након мање од две године боловања), он је активан не само на истраживачком пољу, већ и у популаризацији науке. Потврда тога је и његова најновија књига, "Космос у ораховој љусци" (што је веран превод оригинала *The Universe in a Nutshell* који, међутим, поред парафразе Хамлета садржи и збиља непреводиву игру речи у смислу "космос укратко"), која се недавно појавила и у српском издању заслугом Зорана Живковића и београдске "Информатике".

Ова књига представља, како то сам Хокинг истиче, наставак његове изузетно успешне претходне књиге (из 1988) *Кратка повест времена* (код нас објављена такође заслугом Зорана Живковића у издању "Полариса" већ исте године!). То је први покушај да се предоче најсавременије идеје у покушајима изградње обједињене теорије поља (пре свега модели суперструна и из њих произашле теорије М-брана и D-брана) на популаран и приступачан начин. Али, није у питању само то. Хокинг даје својеврсни пресек свих области теоријске физике којима се бавио последњих тридесетак година. Након живописног увода у теорију релативности и закривљено просторвреме у прва два поглавља, који служи као својеврсно спортско "загревање", у трећем поглављу се Хокинг окреће својој централној теми – космологији. Да нема остатка књиге, ово поглавље представљало би врхунско достигнуће научнопопуларног издаваштва, јер се у њему чини први доследан покушај да се једна од најапстрактнијих и најкомпликованијих области не само физике, већ и свих природних наука – квантна космологија – представи једноставним речником, доступним лаику, без формула и сложеног формализма. У таквом приступу, неизбежна су

поједностављења која понекад могу изгледати одвише грубо, али опуштен и лежеран стил Хокингове књиге их чини прихватљивим и за стручњака. Идеје квантне космологије прожимају и остатак књиге, где се покривају друге области којима је Хокинг дао лични печат, посебно проблем нестанка информација у црним рупама (Поглавље 4) и питање постојања или непостојања затворених временских кривих (повезаних са тзв. "црвоточинама", односно тополошким деформацијама просторвремена; Поглавље 5). Ово потоње је од веома широког интереса, пошто би евентуално постојање таквих затворених временских кривих омогућило двосмерно путовање кроз време, које представља честу маштарију од времена Херберта Џ. Велса до



данашњег дана. Насупрот својим пријатељима и сарадницима Кипу Торну и Игору Новикову, Хокинг се изјашњава против могућности таквог временског путовања, али и сам признаје да ствар није још у потпуности разрешена. Коначно, неколико веома интересантних (и контроверзних) Хокингових размишљања о будућности човечанства и претњама које пред њим стоје се такође могу наћи при крају ове изврсне књиге (Поглавље 6). Више од већине других научнопопуларних књига, "Космос у ораховој љусци" окренут је будућности и одговору на питање које Хокинг поставља на почетку последњег поглавља: "Како ће наше откривалачко путовање изгледати у будућности?"

Има још неколико особина ове књиге које је цине збиља несвакидашњим догађајем, и чиниле би је у било којој земљи света, а посебно у – према аутентичним културним вредностима нажалост још увек доста неповерљивом – окружењу какво је наше. То је прва књига на српском језику израђена у потпуности технологијом "XXI века", у потпуно дигиталном облику, без мукотрпног слагања, филмовања, и свих других перипетија класичног издаваштва. И то није нимало случајно, јер је веома сумњиво да ли се књига оволико луксузно илустрована и опремљена и може израдити на класичан начин. Оно што је велики Данило Киш говорио о "платонском открочењу људског умећа" управо у контексту техничког савршенства у издавању књиге, може се применити управо на ово издање Хокинга. Буквално свака страна ове књиге је раскошно илустрована, при чему се у идејама за илустрације тако апстрактних идеја попут суперструна, затворених временских петљи или "црвоточина" ужива исто као у самим цртежима и збиља величанственим бојама. Квалитет папира, додир, па и мирис саме књиге су несвакидашњи догађаји који пред читаоца стављају једну у нас још увек мало истражену димензију авантуре читања.

Све у свему, "Космос у ораховој љусци" је величанствено постигнуће које заслужује да се нађе на полици свакога ко жели да се сматра образованим човеком.

## ЗАДАЦИ

## VI разред

6.5 Преко моста дужине  $d = 100 \text{ m}$ , маршира колона војника дугачка  $L = 80 \text{ m}$ . Колона маршира брзином  $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Колико времена ће мост бити оптерећен, ако је колона стајала на мосту  $t_1 = 1 \text{ min}$ ? Колика је средња путна брзина колоне?

6.6 Пешак направи за време  $t = 10 \text{ min}$ ,  $n = 1000$  корака. Ако је дужина једног корака  $d = 60 \text{ cm}$ , колика је његова брзина изражена у  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ , а колика у  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ?

6.7 Брод се креће по реци узводно и његова брзина у односу на обалу износи  $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , док је брзина реке  $u = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . По палуби брода корача дечак, брзином  $v_2 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  у односу на брод, и то у смеру кретања брода. Нађите брзину дечака у односу на реку и у односу на обалу.

6.8 Да би измерили густину непознате течности, ученици су урадили следећи експеримент. Измерили су помоћу ваге празну мензур (стаклена посуда ваљкастог облика са подеоцима) и добили да је њена маса  $m_1 = 230 \text{ g}$ . Затим су у мензуру сипали воду до одређеног подеока (густина воде је  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ) и мензур са водом ставили на вагу. Добили су да је маса мензуре са водом  $m_2 = 430 \text{ g}$ . Онда су уместо воде насули течност непознате густине, али тако да је њена запремина била за једну десетину мања од запремине воде. Маса непознате течности са мензуром била је  $m_3 = 374 \text{ g}$ . Израчунајте колика је густина непознате течности?

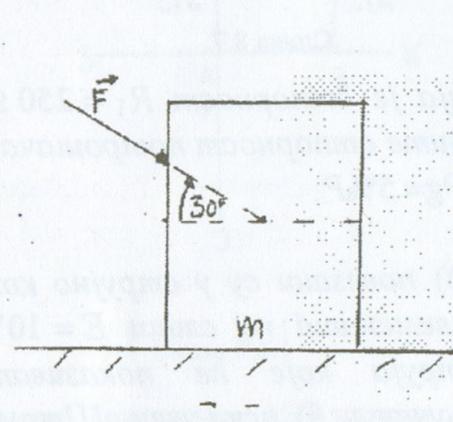
## VII разред

7.5 Тело се креће праволинијски, равномерно убрзано и у току времена  $t = 5 \text{ s}$ , пређе пут  $S = 150 \text{ m}$ . Нађите убрзање тела и почетну брзину, ако му се у току овог времена брзина повећала пет пута у односу на почетну брзину.

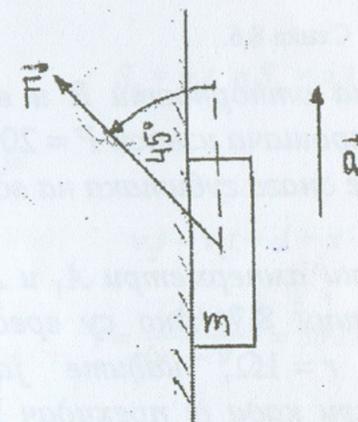
7.6 Коцка од плуте, густине  $\rho = 350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  и запремине  $V = 1 \text{ l}$ , плива на површини језера. Затим се на њу стави тело масе  $m_1 = 0,78 \text{ kg}$  и запремине  $V' = 100 \text{ cm}^3$ . При томе, оба тела почну да се крећу наниже  $t_1$  да тону. Нађите запремину коцке  $V_2$  која је била у води

пре стављања тела и пут који ће прећи оба тела после времена  $t = 10 \text{ s}$  од тренутка када су оба тела била у води и почела да тону. Занемарите силу отпора воде и узмите да је почетна брзина тоњења нула ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

7.7 На тело масе  $m = 2 \text{ kg}$ , почне да делује сила  $F$  под углом од  $30^\circ$  према хоризонталној подлози (види слику 7.7). Ако је коефицијент трења између тела и подлоге  $\mu = 0,2$ , нађите колики треба да буде интензитет те силе да би се тело кретало константном брзином.



Слика 7.7.



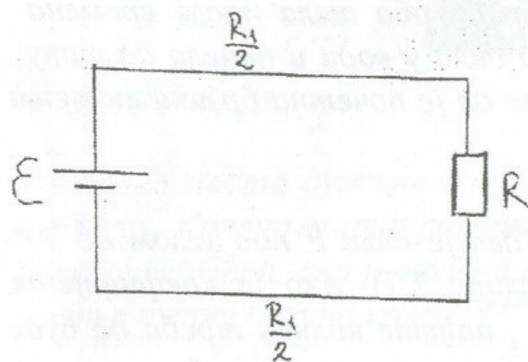
Слика 7.8.

7.8 Тело масе  $m = 3 \text{ kg}$  се креће равномерно убрзано навише по вертикалном зиду, под дејством силе  $F$ . Сила са зидом заклапа угао од  $45^\circ$  (види слику 7.8). Нађите интензитет те силе ( $F$ ), ако је коефицијент трења између тела и зида  $\mu = 0,4$  а убрзање тела  $a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Колики би био интензитет те силе ако би се тело кретало константном брзином наниже?

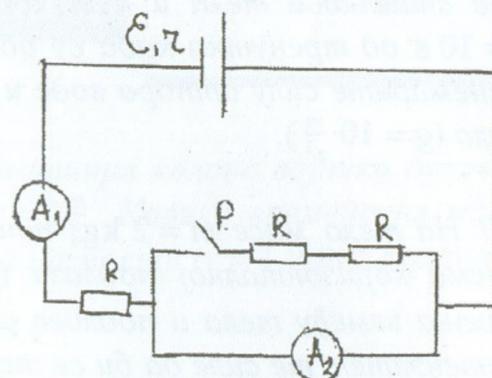
## VIII разред

8.5 За подизање лифта масе  $m = 500 \text{ kg}$ , користи се електрични мотор, који је прикључен на напон  $U = 220 \text{ V}$ . Мотор подигне лифт на висину  $h = 20 \text{ m}$  за време  $t = 1 \text{ min}$ . Нађите јачину струје која протиче кроз намотаје мотора, ако се за подизање лифта користи 40% утрошене електричне енергије.

8.6 Струјно коло се састоји од извора струје непознате електромоторне силе ( $E$ ) занемарљиве унутрашње отпорности,



Слика 8.6.



Слика 8.7.

потрошача отпорности  $R$  и водова чија је отпорност  $R_1 = 250 \Omega$ . Снага потрошача износи  $P = 20 \text{ kW}$ . Нађите отпорност потрошача  $R$  и  $E$ , ако је снага губитака на водовима  $P_g = 5\%P$ .

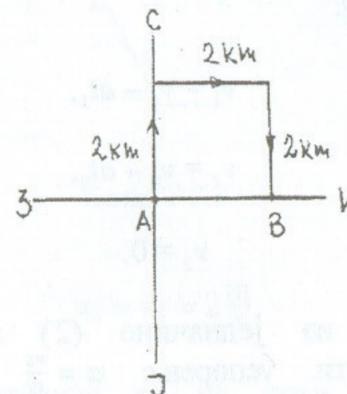
8.7 Идеални амперметри  $A_1$  и  $A_2$  ( $r_A = 0$ ) повезани су у струјно коло као на слици 8.7. Ако су вредности елемената на слици  $E = 10\text{V}$ ,  $R = 9 \Omega$  и  $r = 1 \Omega$ , нађите јачине струја које ће показивати амперметри када је прекидач  $P$ : а) укључен и б) искључен. Шта ће бити ако је отпорност сваког амперметра  $r_A = 4 \Omega$ ?

8.8 Светли предмет налази се на растојању  $p_1 = 20\text{cm}$  од танког сабирног сочива жижне даљине  $f_1 = 10\text{cm}$ . Паралелно сабирном сочиву на истој оптичкој оси налази се танко расипно сочиво на растојању  $d = 25\text{cm}$ , чија је жижна даљина  $f_2 = -20\text{cm}$ . Нађите удаљеност коначног lika од првог сочива и укупно увећање које даје овај систем сочива.

## РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

### VI разред

P.6.1 Са слике (P.6.1) се види да је туриста прешао укупан пут  $S = 6 \text{ km}$ , а



Слика P.6.1

померај (растојање  $AB$ ) износи само  $2 \text{ km}$ . Сада можемо наћи средњу путну брзину:

$$v_s = \frac{6 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 3 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,83 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

На исти начин налазимо средњу померајну брзину:

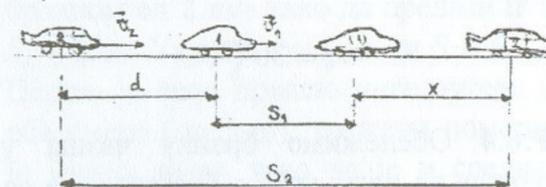
$$v_{sp} = \frac{2 \text{ km}}{2 \text{ h}} = \frac{1 \text{ km}}{\text{h}} = 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Размислите шта можете сазнати о кретању туристе знајући само ове две брзине?

P.6.2 Пошто други аутомобил има већу брзину, он ће престићи први аутомобил (види слику P.6.2) и за његов пут можемо написати:

$$S_2 = d + x + S_1,$$

а



Слика P.6.2

$$S_2 = v_2 t \text{ и } S_1 = v_1 t$$

па је

$$v_2 t - v_1 t = d + x$$

$$t = \frac{(d+x)}{(v_2 - v_1)} = 300 \text{ s.}$$

P.6.3 Видимо из поставке задатка да аутобус узастопно прелази исте делове пута тј. по трећину од укупног пута. Кренућемо од познате релације за средњу брзину:

$$v_s = \frac{S}{t},$$

где је укупно време

$$t = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t_1 = \frac{S}{3v_1},$$

$$t_2 = \frac{S}{3v_2},$$

$$t_3 = \frac{S}{3v_3},$$

$$v_s S \left( \frac{1}{3v_1} + \frac{1}{3v_2} + \frac{1}{3v_3} \right) = S,$$

После скраћивања  $S$  и уношења бројних вредности за брзине, добијамо резултат:

$$v_s = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Р.6.4** Обележимо брзину чамца у односу на реку са  $v$ , а брзину реке са  $u$ . Тада ће чамац при кретању низ реку имати у односу на обалу брзину  $(v + u)$ , а када се креће узводно та брзина ће износити  $(v - u)$ .

Написаћемо сада релације за пут који је чамац прешао:

$$S = (v + u)t_1, \quad (1)$$

$$S = (v - u)t_2. \quad (2)$$

Из једнакости левих страна следи:

$$(v + u) 4 \text{ h} = (v - u) 6 \text{ h},$$

$$v = 5 u.$$

Добили смо да је брзина чамца у односу на реку пет пута већа од брзине реке. Боцу носи река, тако да ће њена брзина бити једнака брзини реке. Пошто и она прелази исти пут као и чамац, можемо написати релацију:

$$S = ut \quad (3)$$

Комбинацијом прве и треће релације наћи ћемо време кретања боце:

$$(v + u) 4 \text{ h} = ut,$$

$$(6u) 4 \text{ h} = ut,$$

$$t = 24 \text{ h}.$$

## VII разред

**Р.7.1** Пошто се тело после шест секунди кретања зауставља, јасно је да иде равномерно успорено. Кренућемо од релације за тренутну брзину:

$$v_1 = v_0 - at_1, \quad (1)$$

$$v_2 = v_0 - at_2, \quad (2)$$

$$v_2 = 0.$$

Сада из једначине (2) можемо изразити успорење  $a = \frac{v_0}{t_2}$  и то заменити у релацији (1):

$$v_1 = v_0 - v_0 \frac{t_1}{t_2},$$

$$v_0 = v_1 \frac{t_2}{(t_2 - t_1)},$$

$$v_0 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad \checkmark$$

$$a = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad \checkmark$$

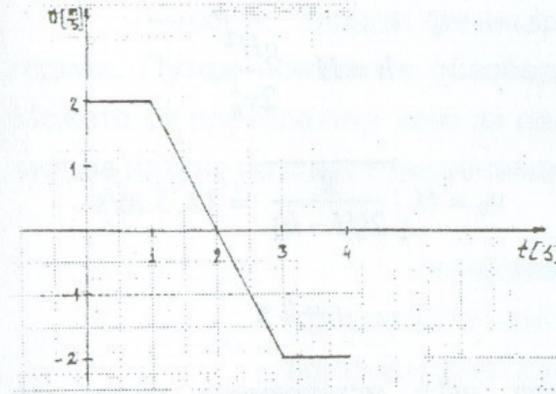
$$S = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} = 45 \text{ m}, \quad \checkmark$$

$$v_s = \frac{S}{t_2} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**Р.7.2** Са графика се види да се у току прве секунде тело кретало равномерно, брзином  $v_1 = 2 \text{ m/s}$  па је прешло пут

$$S_1 = v_1 t_1 = 2 \text{ m}.$$

Затим се тело у току друге секунде кретало равномерно успорено почетном брзином



Слика Р.7.2

$$v_0 = v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

и зауставило се на крају друге секунде.

$$v_2 = 0 = v_0 - a_2 t_2,$$

где је  $t_2 = 1 \text{ s}$ . Сада лако налазимо успорење

$$a_2 = \frac{v_0}{t_2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2},$$

па је

$$S_2 = v_0 t_2 - a_2 \frac{t_2^2}{2} = 1 \text{ m}.$$

Тело сада креће из стања мировања равномерно убрзано у супротном смеру (брзина је негативна) и то кретање траје једну секунду (у току треће секунде). На крају треће секунде брзина је  $v_3 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Сада можемо наћи убрзање и пређени пут:

$$a_3 = \frac{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2},$$

$$S_3 = \frac{a_3 t_3^2}{2} = 1 \text{ m}.$$

У току четврте секунде тело наставља кретање у истом смеру константном брзином од  $2 \text{ m/s}$  тако да прелази пут  $S_4 = 2 \text{ m}$ . Укупан пут износи  $S = 6 \text{ m}$ . Пошто је тело прешло исте путеве у оба смера (по  $3 \text{ m}$ ), тражени померај је једнак нули, тако да је и средња померајна брзина нула. Средња путна брзина износи:

$$v_s = \frac{6 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Претпостављам да сте схватили разлику између пута и помераја, као и одговарајућих средњих брзина.

**Р.7.3** Аутобус до тренутка сусрета пређе пут

$$S_1 = v_1 t = 6000 \text{ m}.$$

Применићемо Питагорину теорему (види слику Р.7.3) да нађемо  $x$ :

$$x_2 = d_2 - s_2,$$

$$x = 395,5 \text{ m},$$

$$y = 5604,5 \text{ m}$$

$$S_2^2 = s^2 + y^2,$$

$$S_2 = 5604,8 \text{ m},$$

$$S_2 = v_2 t,$$

$$v_2 = 18,68 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**Р.7.4** Ако за полазну тачку другог тела вежемо у - осу, тада ће координата првог тела (које слободно пада са висине  $H$ ) у току кретања бити:

$$y_1 = H - \frac{gt^2}{2}, \quad (1)$$

(она се смањује за пут  $\frac{gt^2}{2}$  који прелази то тело). Координата другог тела се повећава јер оно креће са Земље увис:

$$y_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

У тренутку сусрета, њихове координате морају бити исте и једнаке висини  $h$ :

$$H - \frac{gt^2}{2} = v_0 t - \frac{gt^2}{2},$$

тако да је време сусрета  $t = H/v_0$ . Ако сада заменимо добијени израз за време у једначину (1) и узмемо да је у том тренутку  $y_1 = h$ , добићемо тражену почетну брзину:

$$h = H - \frac{gH^2}{2v_0^2},$$

$$v_0 = H \sqrt{\frac{g}{2(H-h)}} = 12,5 \text{ m/s}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

Тела неће истовремено пасти на Земљу, јер се време падања првог тела добија из релације (1) ако се узме да је  $y_1 = 0$  па је  $t_1 = 2,24 \text{ s}$ , а укупно време кретања другог тела је

$$t_2 = \frac{2v_0}{g} = 2,5 \text{ s}.$$

Решења задатака за VIII разред биће објављена у следећем броју.

### ПРЕДЛОГ ПЛАНА ТАКМИЧЕЊА ЗА ШКОЛСКУ 2002/2003 ГОДИНУ

ниво такмичења	основне школе	средње школе
<i>школско</i>	фебруар 2003. године	
<i>општинско</i>	<u>1.3.2003.</u>	22.2.2003.
<i>окружно</i>	<u>22.3.2003.</u>	15.3.2003.
<i>републичко</i>	19.4.2003.	12.4.2003.
<i>савезно</i>	17.5.2003.	17.5.2003.
<i>балканијада</i>	крај маја 2003.	
<i>олимпијада</i>	јун 2003. године.	

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 01.10.2002. године:

#### за школе и установе:

годишња (четири броја)	360 дин
полугодишња (два броја)	180 дин

#### за појединце:

годишња (четири броја)	340 дин
полугодишња (два броја)	170 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:

**40806-678-5-3077766**

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.