



**VISOKA POSLOVNA ŠKOLA
STRUKOVNIH STUDIJA
ČAČAK**

MAGISTARSKI RAD

Radijaciona hemija i komete

Mentor: _____
Profesor: _____

Student: _____
Br.Indeksa: _____

Mesto, mesec, godina

10. M. M. Giusti (University of Maryland), R. E. Wroblewski (Oregon State University), Characterisation and Measurement of Anthocyanins by UV-visible spectroscopy, John Wiley and Sons, 2001

11. Colarome, Technical Information on Red Cabbage Colorant, www.colorame.com
12. Anthocyanin by Jack Sullivan, www.charlies-web/specialtopics/anthocyanin.html



ИВАН ДРАГАНИЋ, Институт за нуклеарне науке Винча
(e-mail:draganic@eunet.yu)

РАДИЈАЦИОНА ХЕМИЈА И КОМЕТЕ

УВОД

Комете су небеска тела која се крећу ексцентричним путањама око Сунца, позната по својој чврстој централној маси (језгру) и пратећој маси гаса и прашине (репу). Оно што за сада претпостављамо о њиховом хемијском саставу почива на информацијама добијеним хемијским анализама гасова и прашине које у подесним условима видимо као кометарни реп.

Интерес научника за комете, "прљаве грудве леда", потиче из схватања да су то сачувани остаци материјала из којих је настао Сунчев систем. Научници верују да је кометарно језгро претрпело мале хемијске промене од постанка пресоларне небуле пре 4,5 милијарди година до данас. Сматра се да се у њему налазе добро сачувани лед, гасови, прах и други примарни материјали. У току су пројекти космичких агенција, америчке NASA и европске ESA који, мерењима "на лицу места", треба да дају одговор који научна јавност очекује са нестрпљењем.

Као и сва тела у нашем космичком дворишту, комете се купају у јонизујућем зрачењу. Површински слојеви комете изложени су космичким зрацима, продорном зрачењу из дубина космоса. Унутрашњи извори зрачења су радиоактивни нуклиди уграђени у кометарно језгро приликом његовог настанка.

Познато је да депоновање енергије јонизујућих зрачења проузрокује мање или веће хемијске промене и радијациони хемичари препоручују опрезност када је реч о степену сачуваности примарног пресоларног материјала у језгру комете [1].

Радијациона хемија - једна од грана на великом дрвету хемије - изучава хемијске промене настале проласком зрачења. Могуће радијационо хемијске промене су донекле занемарене у приступима астрохемичара материји пресоларне небуле у кометарном језгру [2, 3].

РАДИЈАЦИОНО ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ

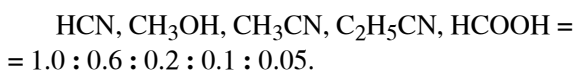
Познато је да су слободни радикали произведени зрачењем ефикасни покретачи хемијских процеса у Космосу. Разумевање ове, екстратерестријалне, радијационе хемије почива на лабораторијским истраживањима. Пројекти космичких агенција пружају довољно информација за дефинисање модел система и услове за симулационе експерименте.

Симулациони експерименти

Вода, амонијак, метан и њихове смеше су били прва хемијска једињења изучавана у вези са дејством јонизујућих зрачења на кометарни лед [4].

Први систематски радијационо-хемијски приступи кометарној хемији односили су се на хемијске промене површинских слојева комета као и у могућем течном слоју унутар језгра, изазваном радиогеном топлотом радиоактивног нуклида алуминијума-26 [5, 6, 7].

Изучавана је радиолиза мултикомпонентног система под дејством гама зрака радиоактивног кобалта, на 77 К и 310 К, у мегагреј области доза. [8]. У овим експериментима модел систем је почивао на претпоставци да су комете рођене у периферној области пресоларне небуле [9] и да су хемијски састојци кометарног језгра позната интерстеларна једињења у пропорцијама у којима се налазе у интерстеларном облаци:



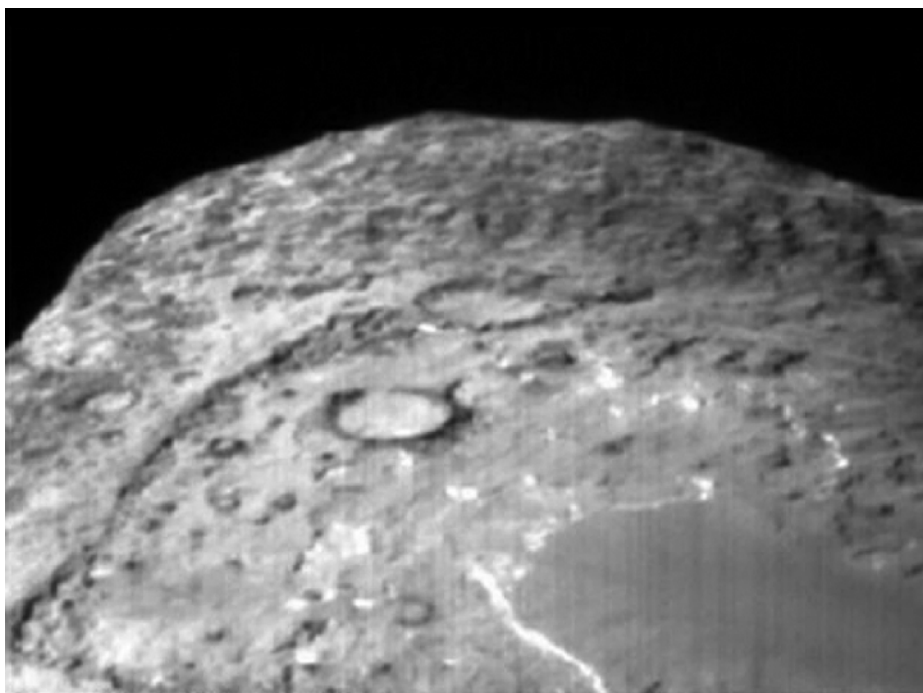
Симулациони експерименти указују на обиље продуката радиолизе, хемијског процеса изазваног радијацијама. Идентификовано је четрдесет једињења, међу којима су алдехиди, аминокиселине и карбоксилне киселине. Нађено је и обиље полимера са молекулским тежинама до 80 000 далтона. Изучавања радиолизе показују да су исти основни аспекти механизма присутни на 77 К и 310 К али су радијационохемијски приноси на 77 К нижи за један-два реда величине [10].

РАДИЈАЦИОНО ФИЗИЧКИ АСПЕКТИ

Обиље хемијских промена зависи од количине депоноване енергије зрачења, од апсорбоване дозе, а ова од врсте и енергије зрачења као и од хемијског састава средине.

Апсорбована доза је количина енергије јонизујућег зрачења (у дулима) депонована у једном килограму озраченог материјала. Јединица је 1 Gray (Gy) = 1 J/kg. Често коришћен је 1 MGy = 10⁶ Gy.

Информације о дистрибуцији и количини зрачењем насталих хемијских промена даје радијациона физика.



Слика 1. Изглед "главе" комете, непосредно пред удар сонде у њу



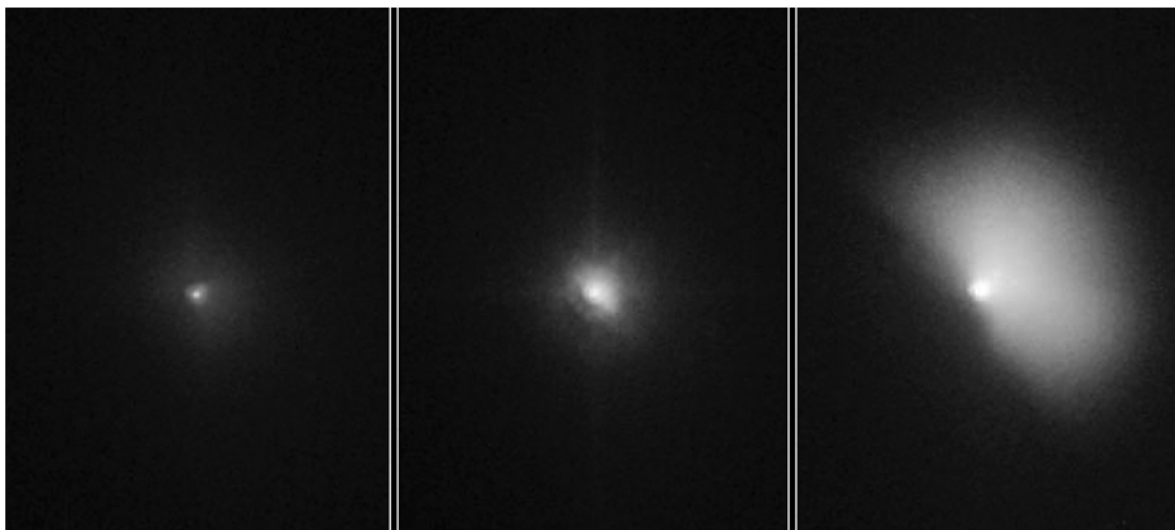
Слика 2. Спектакуларна фотографија комете после удара сонде

Космички зраци и површински слојеви

Космичко зрачење сачињавају електромагнетни зраци, електрони, протони и тешки јони. Енергије зрачења се крећу од 1 keV до десет хиљада милиона GeV ($10^3 \text{ eV} - 10^{19} \text{ eV}$). Због своје обилности (95 % флукса космичког зрачења) и продорности (до-

мет 20 метара), најзначајнији допринос дози дају космички протони енергије 2 GeV.

Интеракција протона са кометарном масом је сложен каскадни процес у коме учествују и други нуклиди (секундарни, терцијарни итд.) и за израчунавање криве апсорбована доза - дубина разрађена је аналитичка формула. Рачуни показују да у слоју



Слика 3. Фазе удара снимљене свемирским телескопом Хабл (Hubble)

дебљине од 10 сантиметара апсорбована доза у току живота комете износи 3000 MGy на површини и 3 MGy на дубини од 20 метара.

Допринос других космичких зрачења (гама зрака, електрона, тешких честица) значајан је само у површинском слоју дебљине 1 метар где повећава апсорбовану дозу око 100%. Међутим, допринос брзо опада тако да је на дубини од 2 метра мањи од 1 % [11].

Радиоактивни нуклиди и језгро

У језгру комете су уграђени нуклиди настали експлозијом супернове која је и покренула процес акреације материје и постанка Сунчевог система. Ту спадају радионуклиди са дугим полуживотима које срећемо и данас у свету око нас, у природи или лабораторијама: калијум-40, уран-235 и уран-238, торијум-232, плутонијум-244, јод-129, киријум-247, берилијум-10 и нептунјум-237. Апсорбована доза у току живота комете је 2.8 MGy (11).

Производ експлозије супернове је и низ краћеживећих радионуклида. Свакако најзначајнији је алуминијум-26 чији је полуживот 0,7 милиона година. Његов допринос укупној апсорбованој дози је значајан, 10,88 MGy. Има пуно разлога да се верује да је његова радиогена топлота могла да подржава течну воду у унутрашњости кометарног језгра током првих милиона година живота комете. Ово је од посебног интереса за радијациону хемију у језгру [5].

КОМЕТЕ И ПРЕСОЛАРНА МАТЕРИЈА – ПРОЈЕКТИ NASA-E И ESA-E

Опште је прихваћено да се у кометарном језгру налази најбоље сачувана материја пресоларне небуле. Радијациона хемија и физика скрећу пажњу да је тај материјал, у зависности од локације у језгру, могао у мањој или већој мери да буде радијационо-хемијски измењен. О овоме говоре и симулациони експерименти у лабораторији. Колике су те промене,

то тек треба да нам покажу посматрања "на лицу места", сложени пројекти космичких агенција који су у току.

Директно посматрање материјала избаченог из кометарног језгра

Широка светска јавност, и не само научна, пратила је јула месеца 2005. године саопштења америчке космичке агенције у вези са проласком комете

Темпел 1, у оквиру пројекта *Deep Impact*. Тих дана се, после путовања дугог шест месеци и пређених 431 милиона километара, космичка летилица приближила језгру комете и на њега лансирала сонду тешку око четири стотине килограма. Удар сонде је изазвао снажну експлозију која је, како се процењује, на комети начинила кратер величине спортског стадијума. Предмет посматрања бројним инструментима на космичкој летилици био је избачени облак праха и гасова у којем лежи жељена информација о пресоларној материји, прва са "лица места". Треба додати да су овај догађај, удаљен од Земље 133 милиона километара, посматрале и мерења вршиле бројне опсерваторије у Земљиној орбити као и на самој Земљи. Научници са нестрпљењем очекују саопштења о хемијским анализама овог кометарног материјала. Обиле података, њихова анализа и сређивање, захтевају време и стрпљење.

Материјал из репа комете на путу за Земљу

После путовања дугог седам година, идуће године на Земљу треба да доспе капсула у којој ће бити мање од једног милиграма материјала какав до сада човек није имао у својим рукама. Ради се о узорку из репа комете *Wild 1*, узетом у једној веома сложеној операцији јануара 2004. године, у оквиру пројекта NASA-е *Star dust*. Надајмо се да ће повратак и спуштање капсуле на површину наше планете, јануара 2006. године, бити успешни. Резултате хемијских анализа очекујемо са нестрпљењем.

Пројекат европске агенције ESA

Фебруара месеца 2004. године је почео амбициозни пројект **Rosetta** чије ћемо резултате видети, ако све буде ишло по плану, тек августа 2014. године. Космичка летилица треба да се приближи комети Чурјумов - Герасименко, да са орбите врши посматрања и да на површину комете лансира робот - лабораторију. Задатак ове лабораторије је да током пет дана обавља мерења на површини комете као и да изврши хемијску анализу узорака до 20 сантиметара дубине. Тако ћемо добити прве хемијске информације директно са површине кометарног језгра.

ОЧЕКИВАЊА

Пројекти космичких агенција, ако будемо стрпљиви и ако све буде ишло по плану, пружиће нам информације "са лица места" о хемијском саставу кометарног репа, кометарног језгра и његовог површинског слоја. Имаћемо прилике да видимо какав је данашњи састав пресоларног материјала, после 4,5 милијарде година постојања у језгрима комета.

Један радијациони хемичар не сумња да ће астрохемичарима те информације говорити о хемијском саставу примарног материјала пресоларне небуле. Али, у разумевању тих драгоцених налаза биће и те како посла и за њега. Има разлога да верује да су радијационо-хемијски процеси, који су се одигравали током милијарди година на површини комете и у њеном језгру, уградили у примарни материјал и низ молекула којих није било у пресоларној небули. Које и колико, показаше резултати пројеката у току.

Интересовање научне јавности је велико и оправдано. Ради се не само о хемијском саставу пресоларне небуле него и о самим кометама. Верује да су оне, као последица обилних кометарних удара у периоду настанка Сунчевог система, могле да имају значајну улогу у вези са присуством воде на Земљи. Шта више, могуће је да су том приликом са водама на нашу планету могли да доспеју и основни градивни блокови живе материје, значајне ставке на путу ка првим формама живота на Земљи [12].

Abstract

RADIATION CHEMISTRY AND COMETS

Ivan Draganić, *Institute of Nuclear Sciences Vinča, Beograd, Serbia and Montenegro*

Cometary ice is considered as a pristine material of presolar nebula. However, radiation chemical simulation

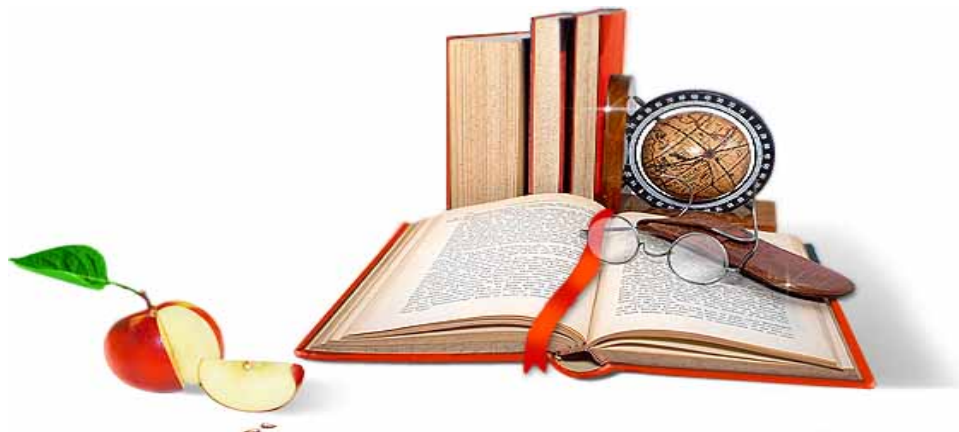
experiments suggest that a complex radiation-chemistry takes place in the nucleus during billions of years of its life. It has been suggested that present space programs, directed to provide in situ information on chemical composition of cometary nucleus, will clearly show that radiation-chemical processing cannot be neglected when considering its pristine nature.

ЛИТЕРАТУРА

1. Draganić, I.G., Draganić, Z.D., Adloff, J.P., *RADIATION AND RADIOACTIVITY on Earth and Beyond*, 2nd ed., CRC Pres.Inc., Boca Raton, USA. (1993) Српски превод: Дејче новине, Горњи Милановац (1991).
2. Draganić, I.G., Radiolysis of water: a look at its origin and occurrence in the nature, *Radiat.Phys.Chem.*, **72**, 181-186 (2005).
3. Draganić, I.G. Radiation chemical processing of extraterrestrial ices. In : *FRONTIERS OF LIFE*, Proceedings of the XIIth Rencontres de Blois, The Gioi Publishers, Hanoi (2003)
4. Berger, R., The proton irradiation of methane, ammonia and water at 77 K. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **47** (1961) 1434-1436.
5. Draganić, I.G., Draganić, Z.D., Vujosevic, S.I., Some radiation-chemical aspects of chemistry in cometary nuclei. *ICARUS*, **60** (1984) 464-475.
6. Вујосевић, С.И., Једињења значајна за процесе хемијске еволуције у језгрима комета настала у симулационим експериментима, *Докторска дисертација*, Универзитет у Београду (1985)
7. Draganić, I.G., Ryan, M.P., Draganić, Z.D., Radiation Dosimetry and Chemistry of a Cometary Nucleus, *Adv.Space Res.*, **7** (1987) 13-16.
8. Draganić, Z.D., Vujosevic, S., Negron-Mendoza, A., Azamar, J.A., Draganić, I.G., Radiation chemistry of a multicomponent aqueous system relevant to chemistry of cometary nuclei. *J.Mol.Evol.*, **22** (1985) 175-187.
9. Biermann, L., Mitchel, K.W., On the origin of cometary nuclei in the presolar nebula. *The Moon and the Planets*, **18** (1978) 447-464.
10. Draganić, I. G., Vujosevic, S.I., Compounds observed in some radiation simulation experiments relevant to prebiotic chemistry. *Viva Origino*, 85-102 (1998)
11. Ryan, M.P., Draganić, I.G., An estimate of the contribution of high energy cosmic-ray protons to the absorbed dose inventory of a cometary nucleus. *Astrophysics and Space Science*, **125** (1986) 49-67.
12. Draganić, I.G., Radiation Chemical Approaches to Chemical Evolution Processes on Earth and Beyond, Chapter 5 in *ROLE OF RADIATION IN THE ORIGIN AND EVOLUTION OF LIFE*, Akaboshi, M. (ed.) Kyoto University Press (2000).

BESPLATNI GOTOVI SEMINARSKI, DIPLOMSKI I MATURSKI RAD.

**RADOVI IZ SVIH OBLASTI, POWERPOINT PREZENTACIJE I DRUGI EDUKATIVNI
MATERIJALI.**



WWW.SEMINARSKIRAD.ORG

WWW.MATURSKIRADOVI.NET

WWW.MATURSKI.NET

WWW.SEMINARSKIRAD.INFO

WWW.MATURSKI.ORG

WWW.ESSAYSX.COM

WWW.FACEBOOK.COM/DIPLOMSKIRADOVI

NA NAŠIM SAJTOVIMA MOŽETE PRONAĆI SVE, BILO DA JE TO **[SEMINARSKI](#)**, **[DIPLOMSKI](#)** ILI **[MATURSKI](#)** RAD, POWERPOINT PREZENTACIJA I DRUGI EDUKATIVNI MATERIJAL. ZA RAZLIKU OD OSTALIH MI VAM PRUŽAMO DA POGLEDATE SVAKI RAD, NJEGOV SADRŽAJ I PRVE TRI STRANE TAKO DA MOŽETE TAČNO DA ODABERETE ONO ŠTO VAM U POTPUNOSTI ODGOVARA. U BAZI SE NALAZE **[GOTOVI SEMINARSKI, DIPLOMSKI I MATURSKI RADOVI](#)** KOJE MOŽETE SKINUTI I UZ NJIHOVU POMOĆ NAPRAVITI JEDINSTVEN I UNIKATAN RAD. AKO U **[BAZI](#)** NE NAĐETE RAD KOJI VAM JE POTREBAN, U SVAKOM MOMENTU MOŽETE NARUČITI DA VAM SE IZRADI NOVI, UNIKATAN SEMINARSKI ILI NEKI DRUGI RAD RAD NA LINKU **[IZRADA RADOVA](#)**. PITANJA I ODGOVORE MOŽETE DOBITI NA NAŠEM **[FORUMU](#)** ILI NA **MATURSKIRADOVI.NET@GMAIL.COM**