

Бранко Симоновић

**ПОМРАЧЕЊА СУНЦА
И МЕСЕЦА**

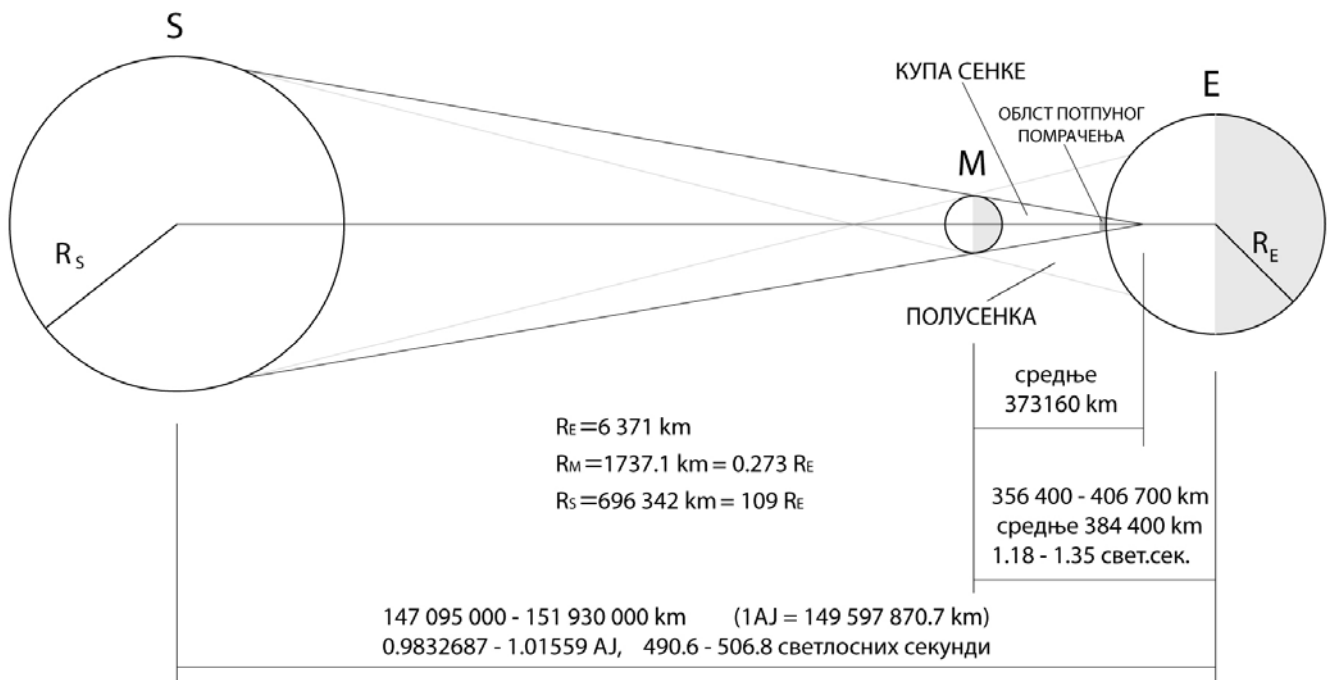
Београд, 2015.

1. Помрачења Сунца и Месеца – како настају

Помрачења Сунца и Месеца (сувишна је туђица *еклипсе*) спадају у оне астрономске појаве које привлаче највише пажње, али и остављају најјачи утисак на посматрача. До ових појава долази када се **Сунце**, **Земља** и **Месец** нађу на истој линији. У случају помрачења Сунца Месец је између Земље и Сунца, док се код помрачења Месеца он налази иза Земље у односу на Сунце, у њеној сенци. Ако се има у виду да је време потребано Месецу да обиђе околу Земље ~ 29.5 дана могли бисмо се запитати зашто до помрачења не долази једном месечно. Разлог томе је што се Месец не креће у равни по којој Земља обилази околу Сунца (*раван еклиптике*) већ је његова путања мало нагнута (Месечева инклинација је $\sim 5^\circ$). Због тога помрачења настају само у оним приликама када се испуни горњи услов, као што се види на **слици 2**. Када се Земља на свом путу околу Сунца налази у положајима као што су, рецимо, А и В, тада Месечева сенка не погађа Земљу, али ни Месец не улази у Земљину (сенке су увек усмерене насупротив Сунцу). Међутим, када се Земља нађе у положајима Б и Г тада су створени услови за настанак помрачења – и Сунчевог и Месечевог! Видимо да се у овим случајевима Месец у једном тренутку нађе између Сунца и Земље, бацајући своју сенку на њу, као и да се може наћи иза Земље унутар њене сенке. Током године долази до бар два помрачења Сунца, а највише пет. Месечева помрачења могу изостати али их може бити до три. Такође, у току године може бити највише седам помрачења: 5 Сунчевих и 2 Месечева, или 4 Сунчева и 3 Месечева.

1.1. Помрачење Сунца

Већ смо видели да до помрачења Сунца долази када се Месец нађе између њега и Земље. Врх купе Месечеве сенке том приликом "пробада" Земљу због чега се на њеној површини, у пресеку ове купе и површине Земље, јавља тамна површ. То је област која се налази у сенци Месеца и гледано из ње Сунце је потпуно помрачено (**слика 1**). Изван ове површине Сунце је само делимично помрачено, односно није помрачено у случају када се посматрач налази изван појаса полусенке. Као што је познато Земља се врти околу себе, али се и Месец креће околу ње, па сенка не стоји



Слика 1.

на једном месту већ се креће по површини Земље. Површина коју пребрише Месечева сенка током свог кретања назива се *појас тоталитета*. Потпуно помрачење Сунца се види само из места која се налазе унутар ове танке траке, при чему помрачење траје дуже за оне који се налазе ближе њеној средини (**слика 3**). Изван овог појаса Месец не покрива цело Сунце, па се из тих места оно види као *делимично помрачено*. Са удаљавањем од појаса тоталитета и степен покривености Сунца Месечевим ликом је мањи, док изван појаса који обухвата полусенка помрачење изостаје. Трајање тоталитета највише може износити $\sim 7^{\text{m}}30^{\text{s}}$, што је веома ретко.

Помрачења Сунца видљива са простора Србије

Помрачења Сунца видљива као делимична
година месец дан тип година месец дан тип
...

1984. 05. 30. T	2059. 11. 05. T
1996. 10. 12. P	2060. 04. 30. T
2003. 05. 31. A	2065. 02. 05. P
2005. 10. 03. A	2069. 04. 21. P
2006. 03. 29. T	2072. 09. 12. T
2008. 08. 01. T	2075. 07. 13. A
2010. 01. 15. A	2076. 11. 26. P
2011. 01. 04. P	2079. 05. 01. T
2013. 11. 03. H	2088. 04. 21. T
2015. 03. 20. T	2091. 02. 18. P
2020. 06. 21. A	2093. 07. 23. A
2021. 06. 10. A	2102. 07. 15. A
2022. 10. 25. P	2103. 07. 04. A
2025. 03. 29. P	2107. 10. 16. T
2027. 08. 02. T	2113. 12. 08. A
2030. 01. 01. A	2114. 06. 03. T
2034. 03. 20. T	2119. 03. 11. A
2037. 01. 16. P	2120. 07. 25. A
2038. 01. 05. A	2126. 10. 16. T
2038. 07. 02. A	2128. 03. 01. A
2048. 06. 11. A	2130. 12. 30. P
2050. 11. 14. P	2133. 06. 03. T
2053. 09. 12. T	2135. 10. 07. T

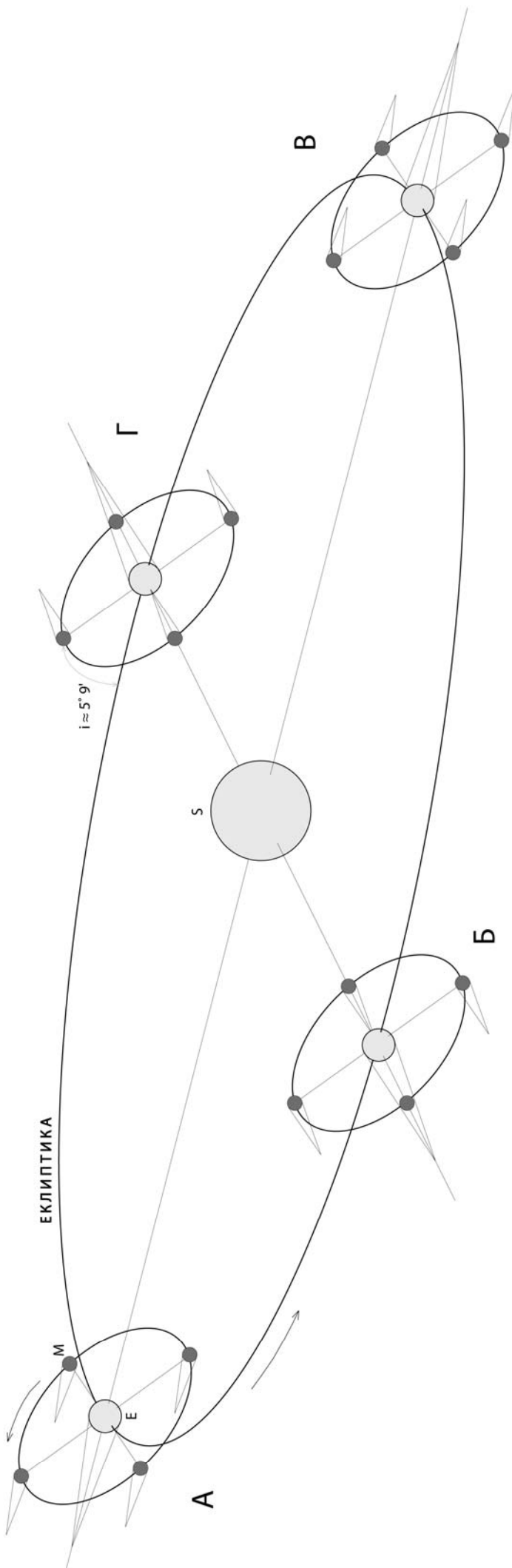
Помрачења Сунца видљива као потпуна
година месец дан тип година месец дан тип

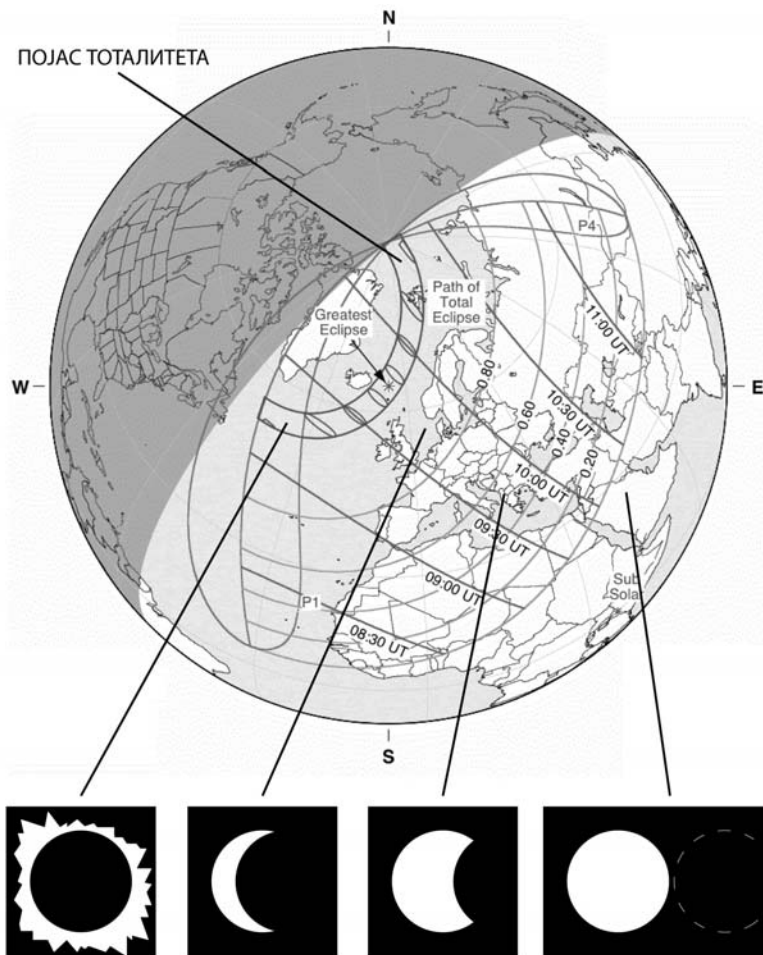
1695. 12. 06. T	1999. 08. 11. T
(1820. 09. 07. A)	2081. 09. 03. T
1847. 10. 09. A	2136. 04. 01. A!
1867. 03. 06. A	2157. 08. 05. A!
1961. 02. 15. T	2187. 07. 06. T

A – прстенасто, P – делимично, T – потпуно

Овде су приказана помрачења Сунца која су у прошлости била виђена са простора Србије у савременим границама, као и она која ће се тек видети. У првој табели су дата делимична помрачења, а у другој потпуна, укључујући и прстенаста. Распон времена за који је направљен овај пресек није одређен неким јасним условом.

Слика 2. – Услови за настанак помрачења



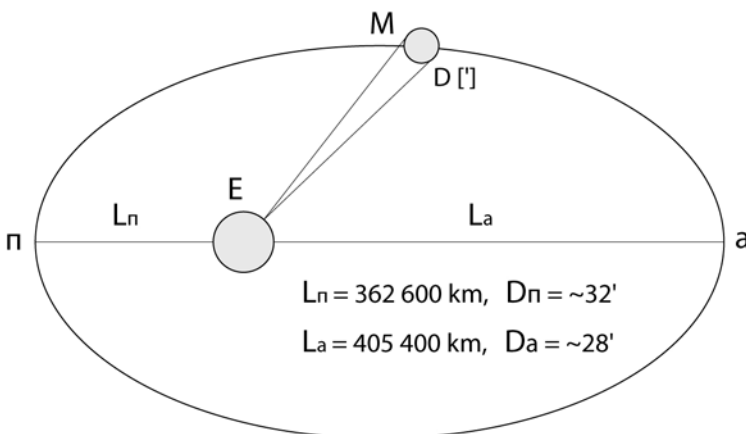


Слика 3. – Зоне помрачења

Овде је посебно важно указати на једну необичну геометријску подударност. Гледано са Земље привидне (угловне) величине Сунца и Месеца су приближно исте и износе 0.5° , тј. $\sim 30'$. Због тога се види како Месец безмало тачно прекрива лик Сунца! У том случају је могуће запазити *Сунчеву корону* попут светле копрене која обавија тамни Месец (јер је страна која нам је окренута у том тренутку неосветљена). Разуме се, у тренутку потпуног помрачења (*тоталитета*) и небо изгуби дневни сјај и током овог трајања имамо приказ ноћног неба у сред дана – можемо видети звезде, планете и све оно што бисмо и током ноћи опазили. У том тренутку видимо она сазвезђа која ће dospети на позорницу ноћног неба тек неколико месеци касније! Онда након тоталитета, због великог Сунчевог сјаја, небо полако бива обасјано и ноћ престаје. Корону у условима светлог дана није могуће видети с обзиром на то да је много пута тамнија.

Прстенасто помрачење Сунца

Ипак, треба имати у виду да се Месец околу Земље не креће по кружној путањи већ по елипси у чијој се једној жижи налази Земља (слика 4.)! У таквим околностима разликујемо две

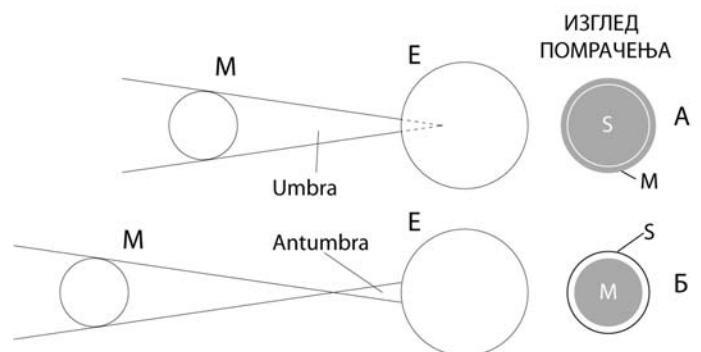


Слика 4. – Елиптичност Месечеве путање

крајње тачке на тој путањи: *перигеј* (п) – када је Месец најближи Земљи, и *апогеј* (а) – када је најдаљи. Због тога се, гледано са Земље, и привидни пречник Месеца мења током времена. (Ово није значајна промена, највише износи 12%, ипак се често чују неодговорне најаве о Месецу који би требало да буде неколико пута већи но иначе, али и посвећивање искривљене па-

жње појавама тзв. *Супер Месеца* и сличних неастрономских, паранаучних, појава). Због ове промене Месец неће увек на исти начин прекривати Сунце током помрачења (слика 5.). У случају под А

Месечева сенка пробада Земљу, површина сенке је велика, а лик Месеца привидно већи од Сунчевог. У случају под Б врх купе Месечеве сенке не стиже до Земље, а из осенчене области се види како је Месечев лик мањи од Сунчевог – Сунце се види као прстен. Због тога се овакво помрачење и назива *прстенасто* или *ануларно*. Током овог помрачења није могуће видети Сунчеву корону.

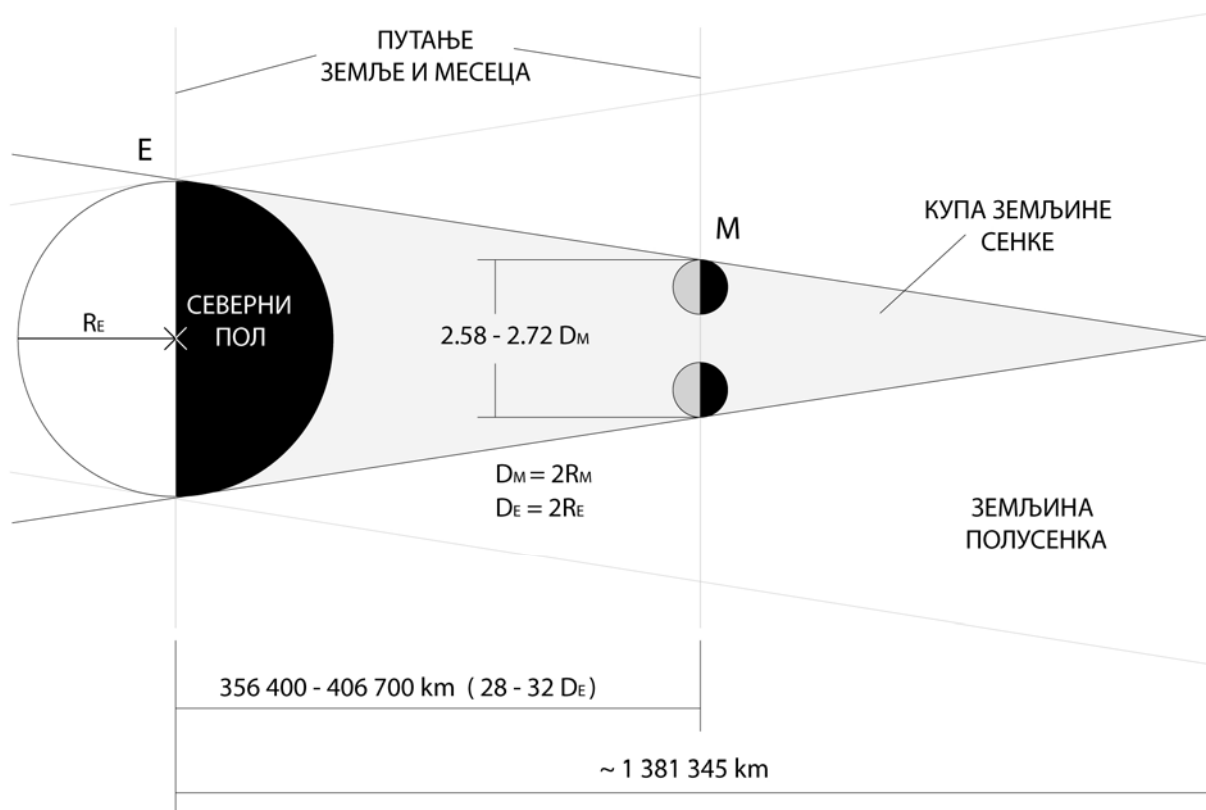


Слика 5.

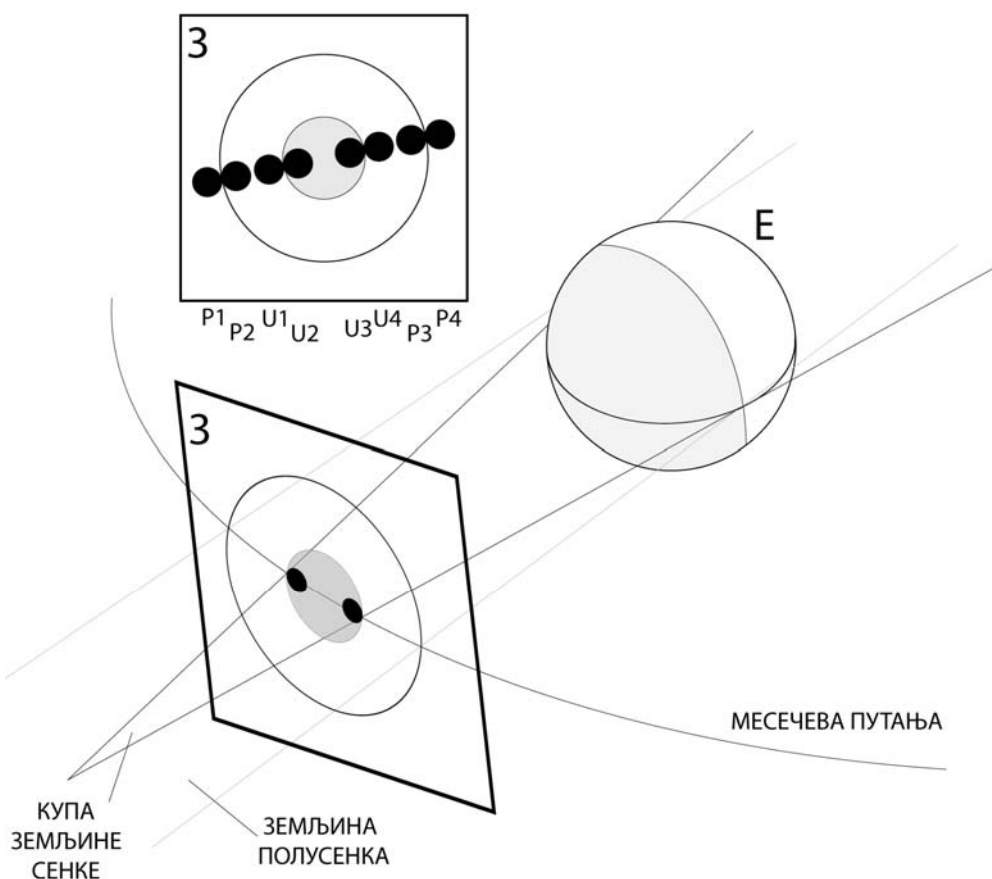
Прстенасто помрачење Сунца се на неки начин може сматрати делимичним с обзиром на то да током овог помрачења не долази до потпуног заклањања Сунчевог диска.

1.2. Помрачење Месеца

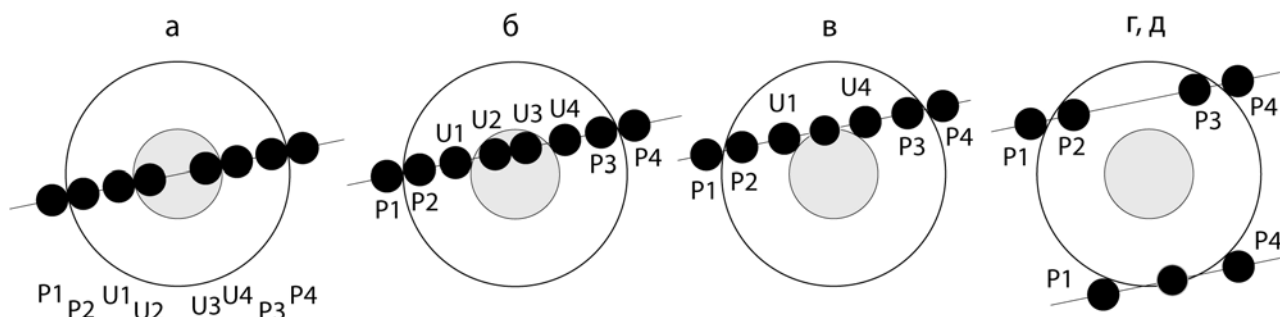
И у случају помрачења Месеца неопходно је да се Земља нађе близу положаја Б и Г са [слике 2](#). Као што се са [слике 6](#) може закључити – помрачење Месеца је видљиво са сваке тачке на Земљи са које се у том тренутку види Месец! То је и разлог зашто смо у прилици да чешће посведочимо помрачење Месеца иако је оно ређе од Сунчевог (друго се види само дуж уског појаса којим прелази сенка). Поред купе сенке коју баца Земља, на њој се ствара и полусенка која се разилази



Слика 6. (горе)
Слика 7. (лево)

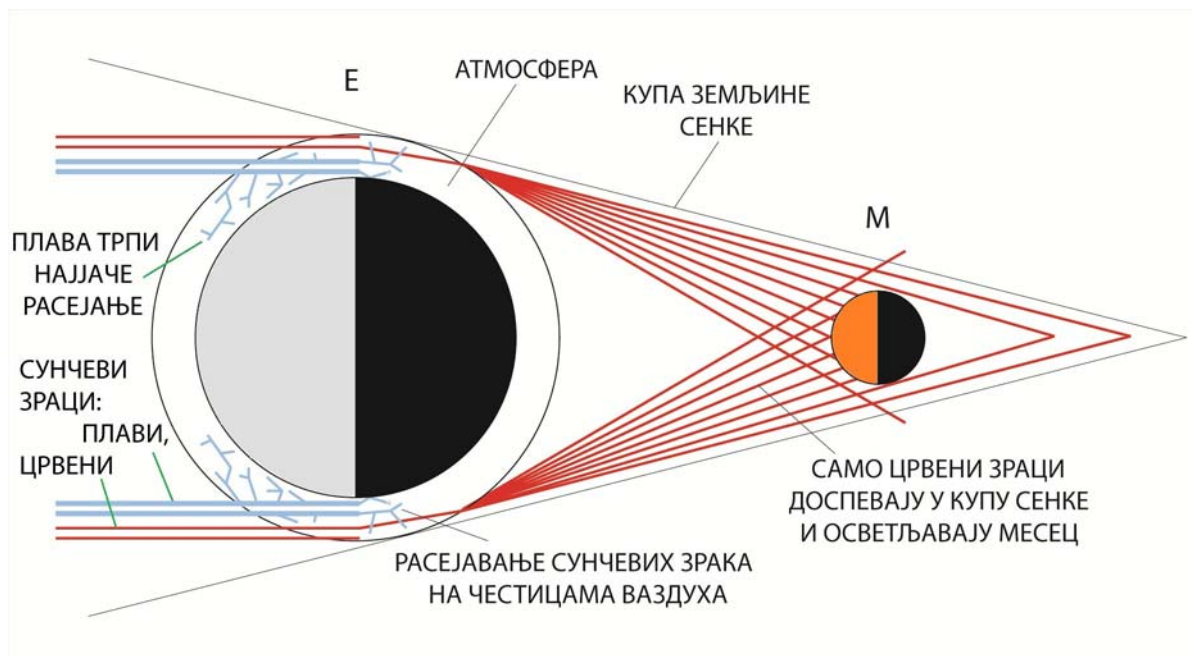


иза ње. Ако бисмо на удаљености Месеца, као на [слици 7](#), поставили застор З видели бисмо како се сенка и полусенка пројектују на њега. Месечево помрачење почиње његовим уласком у полусенку (*penumbra*, P) чиме је остварен *први контакт* са њом (P1 и P2). Затим Месец улази у сенку (*umbra*, U), а први додир са њом је контакт U1. Током *централног помрачења* ([слика 8.а](#)) Месец пређе растојање од $\sim 1.3^\circ$, што је ~ 2.65 његових привидних (угловних) пречника. Зато овакво помрачење и траје *најдуже*, а највише може износити *безмало два часа*, док цео ток помрачења, од уласка до изласка из сенке траје *около четири часа*. У супротном, када се Месец не креће по средини сенке ([слика 8.б](#)) трајање потпуног помрачења (тоталитета) је краће. То су примери *потпуног помрачења Месеца*. Коначно, могуће је и да Месец не прође целом својом површином кроз сенку већ да је само окрзне ([слика 8.в](#)) – у том случају имамо *делимично помрачење Месеца сенком*. Могуће је и да Месец прође мимо сенке, крећући се само кроз полусенку ([слика 8.г,д](#)). У тим случајевима имамо *потпуно помрачење Месеца полусенком* (ретко), односно *делимично помрачење Месеца полусенком* када кроз њу пролази само једним делом.



Слика 8.

Када се Месец нађе у Земљиној сенци очекивали бисмо да постане невидљив на небу. Ипак није тако – током помрачења Месеца сенком он је ипак видљив: као таман и загасито црвен. Узрок оваквој појави лежи у Земљиној *атмосфери*. Сунчеви зраци, који су приближно узев *бели* (тј. у себи садрже цео дугин спектар боја), када стигну до Земље упадају у њену атмосферу и *расејавају* се на честицама ваздуха ([слика 9](#)). То расејање је много израженије код мањих таласних дужина (плава светлост) него ли код већих (црвена). Услед тога се плава боја задржава у атмосфери трпећи најјаче расејање (отуда је небо плаво!). За разлику од ње, црвена боја је мање расејана продужила пут кроз атмосферу. Али, како је атмосфера густа средина долази до преламања (*рефракције*) ових зрака и они се савијају. На тај начин црвена компонента Сунчеве светлости осветљава купу Земљине сенке и успева делом да стигне до Месеца! За разлику од уласка Месеца у Земљину сенку, целом површином или делимично, када је лако запазити како мења сјај, током проласка кроз полусенку *није лако* приметити промену. У случају да не знамо да је у том тренутку Месец помрачен полусенком тешко бисмо приметили да је ово помрачење у току.



Слика 9.

2. Како безбедно посматрати помрачење Сунца

!! ПОЗРЕН !!

Директним посматрањем Сунца као и осталим неподесним начинима могу се ТРАЈНО ОШТЕТИТИ ВИД и опрема! СУНЦЕ СЕ НИКАДА НЕ СМЕ ПОСМАТРАТИ ДИРЕКТНО.

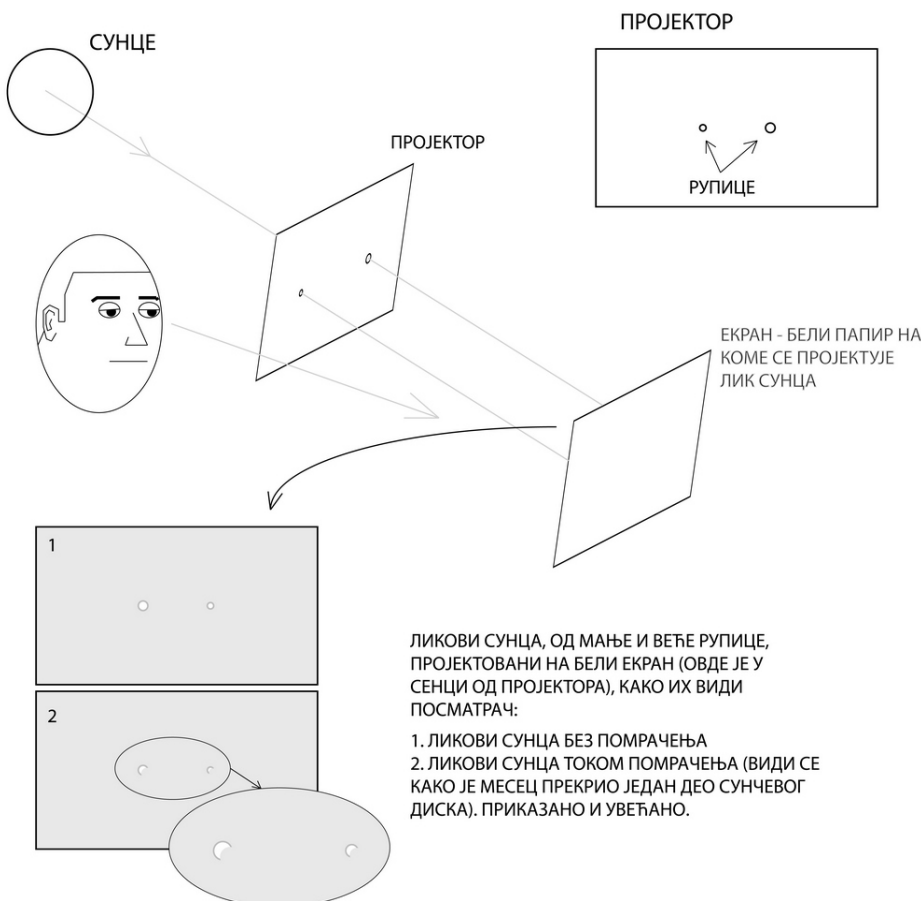
Претходно упозорење треба схватити потпуно озбиљно и поступати у складу са реченим јер последице могу бити трајно лоше – како по посматрача тако и по опрему. Сунце је снажан извор светлости и топлоте. Имајући у виду да је око орган који не осећа бол, његовим излагањем Сунцу, чак и када нам не смета, можемо оштетити, па и изгубити вид. Треба имати у виду да Сунце снажно зрачи и у деловима електромагнетног спектра које наше око не види, али који су у стању да оставе последице. Овде се има у виду ултра-виолетно зрачење. Такође, неправилним излагањем оптичких инструмената Сунцу могуће их је оштетити услед деловања изузетно високих температура које се развијају у жижи. Овде ће бити описан и један поступак који можемо сматрати безбедним, али и тако увек имајући у виду претходно речено.

Камера обскура

Метод посматрања Сунца (тј. помрачења) који ће овде бити описан је свакако најбезбеднији, такође је и најједноставнији за извођење, али је и резултат крајње скроман. Ово само по себи не мора бити значајна мана! Уз мало труда али и спретности градитеља ова направа се може и боље извести.

Пројектовањем Сунца кроз веома мали отвор добијамо његов лик на супротној страни. Оваква направа се назива *Camera Obscura*, а принципијелно њено извођење изгледа овако: у суштини, довољно је на папиру или танком картону, пробушити рупицу иглом или чачкалицом. Чак, најбоље је оба! – начинити две рупице на релативно блиском растојању (2-3 cm), при чему би једна била мања, а друга већа (свакако не већа од 2-2.5 mm). Затим се овај папир са рупицама (пројектор) усмери ка Сунцу, а насупрот њему постави други бели папир (екран). Померањем екрана удесимо да се на њему појаве ликови Сунца. Величину пројектованих ликова можемо мењати приближавањем или удаљавањем екрана од пројектора. Што је размак између пројектора и екрана већи то ће и ликови бити већи, али и тамнији и мутнији. Зато је потребно постићи оптималну удаљеност што се

постиче експериментом (између 40 и 70 cm). Приликом удешавања пројекције и посматрања пројектованог лика посматрач стоји леђима или боком окренут Сунцу (не гледа у њега!). У једној руци је пројектор који се усмери ка Сунцу, а у другој екран у који гледамо и трудимо се да његовим померањем "ухватимо" пројектоване лик(ове) Сунца. На екрану се види мали Сунчев котур који није оштар и не приказује детаље, али је могуће испратити како светли кружић Сунчеве пројекције временом бива окрзнут Месечевим ликом који је таман, па због тога Сунчев лик делује нагрижено. Уз сву скромност ово је ипак занимљив, једноставан, али и најбезбеднији начин да се испрати ова појава!



ЛИКОВИ СУНЦА, ОД МАЊЕ И ВЕЋЕ РУПИЦЕ, ПРОЈЕКТОВАНИ НА БЕЛИ ЕКРАН (ОВДЕ ЈЕ У СЕНЦИ ОД ПРОЈЕКТОРА), КАКО ИХ ВИДИ ПОСМАТРАЧ:

1. ЛИКОВИ СУНЦА БЕЗ ПОМРАЧЕЊА
2. ЛИКОВИ СУНЦА ТОКОМ ПОМРАЧЕЊА (ВИДИ СЕ КАКО ЈЕ МЕСЕЦ ПРЕКРИО ЈЕДАН ДЕО СУНЧЕВОГ ДИСКА). ПРИКАЗАНО И УВЕЋАНО.