

I Питања

1. Зашто се данас горња кулминација Сунца у Београду не догађа тачно у 12 часова по актуелном времену?

Одговор. Горња кулминација Сунца у Београду се скоро никада не догађа тачно у 12 часова. Актуелно време у Београду, од краја октобра до краја марта, је зонско време (конкретно, средњоевропско), а од краја марта до краја октобра, зонско време + 1 час. Географска дужина Београда је за 5,5 степени већа од географске дужине средњоевропског подневка, а осим тога сва ова времена су средња, тј. разликују се од правог времена за вредност временског изједначења. Временско изједначење може да има оба знака, а по апсолутној вредности практично не прелази 15 минута.

2. Пред своје помрачење Месец је црвенкаст. Зашто?

Одговор. Пре него што ће да упадне у Земљину сенку Месец осветљавају Сунчеви зраци који су прошли кроз Земљину атмосферу. Током овог пролажења светлост краћих таласних дужина се јаче расејава и, тако за посматрање остаје углавном светлост на већим таласним дужинама (црвеним) која осветљава Месец.

3. Ширење Васионе је добро познато. Услед тога се у спектрима галаксија јавља црвени помак. Да ли постоје и галаксије код којих срећемо и плави помак? Шта је узрок?

Одговор. Да, постоје. Добро је позната Андромедина маглина. Ова галаксија има плави помак, она се приближава Млечном путу. Узрок је, по свој прилици, што обе ове галаксије припадају (и не само оне) једном систему галаксија познатом као Локална група галаксија.

II Задаци

1. Одреди висину Сунца у горњој и доњој кулминацији 21. јуна за место А на Земљиној површи. Оно се налази на растојању од 1000 km од северног пола. Исто ово одреди и за звезду Сиријус ($\delta = -16^{\circ}43'$). Претпоставља се да знатижељни посматрач хоће да посматра Сунце у горњој кулминацији у месту А, а такође и касније у другим местима током неког времена. Посматрач на располагању има возило које развија брзину од 150 km h^{-1} . Да ли посматрач може да оствари своју жељу? Земљину површ сматрај сферном.

Решење. Положај места А тражимо на северној хемисфери тако да му је географска ширина φ одређена из следеће пропорције

$$l : 180 = d : \chi, \quad \chi = 90 - \varphi,$$

где је l дужина подневка, а d растојање између места А и северног пола ($d = 1000 \text{ km}$). Разуме се $l = \pi R_{\oplus}$, где је R_{\oplus} полупречник Земље. Решење је $\chi = 8,98^{\circ} \approx 9^{\circ} \Rightarrow \varphi = 81^{\circ}$. Одавде следи да су висине у горњој и доњој кулминацији за Сунце и 21. јун једнаке $90 - \varphi + \varepsilon \approx 32,5^{\circ}$ и $\varphi - (90 - \varepsilon) \approx 14,5^{\circ}$, респективно. Одговарајуће вредности за Сиријус су: $-7^{\circ}43'$ и $-25^{\circ}43'$, респективно.

Пошто жели да посматра Сунце у горњој кулминацији и на другим местима, посматрач мора да се креће ка западу (прецизније, у смеру казаљке на часовнику, гледано са северног пола), да би отклонио утицај Земљине ротације. На тај начин он би „зауставио“ време и током целокупног његовог путовања Сунце би било на месном меридијану. Без обзира на путању вредност компоненте брзине дуж упоредника треба да одговара времену обиласка по упореднику једнаком једном дану; што је географска ширина већа, вредност ове брзине је мања. Тако се долази до услова за кретање: не смањивати географску ширину. Почетна вредност брзине дуж упоредника треба да буде једнака количнику дужине упоредника подељеном једним даном, тј. $2\pi R_{\oplus} \cos \varphi / 24$ (брзина изражена у km h^{-1}). Добијена вредност је 261 km h^{-1} . Дакле, превазилази могућности возила и одговор на питање је негативан, посматрач не може да оствари своју жељу.

2. Привидна величина m_v најсјајније звезде у једном развејаном звезданом јату једнака је 3,39, привидни пречник јата је $d = 17'$, а средњоквадратска брзина у пројекцији на визуру $\langle v_{rad} \rangle = 1 \text{ km s}^{-1}$. Знајући да се за врсту звезде, као што је најсјајнија у јату, очекује апсолутна величина $M_v = -5,5$ и да је просечно растојање између две суседне звезде једнако 0,3 рс одреди средњу масу једне звезде. Сматрај да се јато састоји искључиво од појединачних звезда и да је његов облик лоптаст; међузвездана екстинкција се занемарује.

Решење. Модуо растојања $m_v - M_v$ за дату звезду, а то значи и за јато као целину, једнак је 8,89. Због занемаривања међузвездане екстинкције биће $5 \log s - 5 = 8,89$ (s – хелиоцентрично растојање), па је $s \approx 600 \text{ рс}$. Са познатим растојањем за стварни пречник следи $2r = d(\text{rad})600$, тј. за полупречник се добија $r \approx 1,5 \text{ рс}$. Усвојививши изотропију за компоненте брзине дати средњи квадрат $\langle v_{rad} \rangle^2$ треба помножити са 3, те је средњи квадрат брзине једнак $3 \text{ km}^2 \text{ s}^{-2}$. Према теорему виријала овај квадрат је приближно једнак $G\mathfrak{M}/r$ (G – константа гравитације, \mathfrak{M} – маса јата). Одавде следи $\mathfrak{M} \approx 1000 \mathfrak{M}_{\odot}$. По дефиницији средња маса једне звезде једнака је количнику масе јата и укупног броја звезда N , с обзиром на услов да се јато састоји само од појединачних звезда. Може се сматрати да је просечно растојање између две суседне звезде једнако двострукој вредности полупречника сфере која у просеку окружује једну звезду. Нека је ознака за тај полупречник r_s ; следи

$$N = \frac{\frac{4\pi}{3} r^3}{\frac{4\pi}{3} r_s^3} = \left(\frac{r}{r_s}\right)^3 = 1000.$$

Дакле, средња маса једне звезде једнака је једној Сунчевој маси.

3. Годишња паралакса једног тројног система, али гледано са Марса (период обилазка око Сунца 686,98 дана), износи 0,457". Све три звезде имају исти полупречник, два пута већи од Сунчевог. Спектрална класа двеју звезда је А, а треће G. Одреди привидну (болметријску величину) за овај систем као целину. За звезде класе А ефективна температура се налази у распону (7500-10.000)K.

Решење. Годишња паралакса у односу на Марс значи да је релативно растојање изражено преко дужине велике полуосе Марсове орбите око Сунца. За Земљу одговарајућа паралакса ће бити онолико пута мања, колико пута је мања дужина велике полуосе њене орбите. Овај однос се добија применом трећег Кеплеровог закона, тј.

$$\frac{a_{\oplus}^3}{P_{\oplus}^2} = \frac{a_M^3}{P_M^2} .$$

Индекси се односе: \oplus на Земљу, M на Марс. С обзиром на дати период Марса однос дужине великих полуоса је 1,52, тј. годишња паралакса за Земљу је 0,3" што одговара хелиоцентричном растојању од 3,33 рс. Апсолутна болметријска величина тројног система се налази из његове укупне луминозности L_{tot} ($L_{tot} = L_1 + L_2 + L_3$). Као што је познато, формула за луминозност гласи

$$L = 4\pi\sigma R^2 T^4 ,$$

где је: σ Штефан-Болцманова константа, R полупречник звезде, а T ефективна температура. Полупречници све три звезде су познати, за ефективну температуру звезде класе А усваја се вредност од 8750 K као средина датог интервала, а за класу G иста вредност као за Сунце. Тако се добија

$$L_{tot} = 46,1 L_{\odot} .$$

С обзиром на познату апсолутну болметријску величину Сунца и релацију

$$\log \frac{L_{tot}}{L_{\odot}} = 0,4(M_{bol\odot} - M_{boltot}) ,$$

добија се $M_{boltot} = 0,581$. С обзиром на то да је: $m_v - M_v = 5 \log s - 5 + A_v$, $M_{bol} - M_v = BC$ и $m_{bol} - m_v = BC - A_v$, следи $m_{bol} - M_{bol} = 5 \log s - 5 \Rightarrow m_{bol} = -1,807$.

4. Под претпоставком да Сунчев ветар чине протони који одлазе са Сунчеве површи брзином $v_0 = 700 \text{ km s}^{-1}$ процени силу дејства Сунчевог ветра на Земљу. Сунчеву површ сваке секунде напусти 4×10^{35} честица Сунчевог ветра.

Решење. На почетку треба одредити интензивност брзине честица код Земље. У ту сврху се користи закон о одржању специфичне енергије:

$$\frac{1}{2} v_0^2 - \frac{GM_{\odot}}{R_{\odot}} = \frac{1}{2} v^2 - \frac{GM_{\odot}}{a} .$$

Ознаке: G - константа гравитације, M_{\odot} - маса Сунца, R_{\odot} - полупречник Сунца, v – интензивност брзине честица код Земље и a растојање Сунце-Земља ($a = 1$ ај). Пошто су све остале вредности познате, добија се $v \approx 330 \text{ km s}^{-1}$. Када се ова вредност помножи масом протона добија се количина кретања честице. Она је једнака импулсу силе и зато се у циљу налажења силе множи бројем честица у секунди. Резултат је сила од $2,19 \times 10^{14} \text{ N}$. Међутим, на Земљи се региструју само они протони који падају на њу. Њихов однос према укупном броју честица једнак је односу површине Земљиног диска (површина круга чији је полупречник једнак полупречнику Земље) према површини хелиоцентричне сфере полупречника једнаког растојању између Сунца и Земље. На крају тражена вредност силе биће око $1 \times 10^5 \text{ N}$.