465

№1

Разрешающая способность $\alpha_p = \frac{\lambda}{D}$.

$D = D_\oplus$ – диаметр Земли ~~т. к. нам нужно максимальн~~

~~[illegible]~~ ($D_\oplus$ – max ~~диа~~ диаф. диаметр, которого можно достичь) ~~при~~

Большая полуось аберрационного эллипса

$\alpha = \frac{v}{c}$, где v – скорость ~~вращения галактики~~

~~$v = 2\pi a$~~ движения Солнца в галактике.

~~Чтобы заметить аберр аберрацию, нужно, чтобы~~ достаточно:

~~$\alpha = \alpha_p$~~ В галактических полюсах ~~явления~~ ~~явления~~ наблюдается ~~[illegible]~~ max аберр. окр-ти.

~~Т.е. чтобы заметить аберрацию, нужно, чтобы~~

~~смещение за время~~

За время t ~~в~~ происходит смещение на ~~$\frac{2\pi t}{T}$, где~~

~~T – период обращ – T –~~.

~~ωt, где ω – угловая~~ $\frac{2\pi\alpha t}{T}$, где T – период обращения Солнца вокруг ~~центра~~ центра галактики. Т.е, чтобы заметить ~~аберр~~ аберрацию, нужно, чтобы:

$$\frac{2\pi\alpha t}{T} = \alpha_p = \frac{\lambda}{D}.$$

Т.е. $t = \frac{\lambda T}{2\pi\alpha D}$ $\alpha = \frac{v}{c}$. Т.е. $t = \frac{\lambda T c}{2\pi v D}$.

Осталось только подставить.

$T \approx 2{,}3 \cdot 10^8$ (лет), $v \approx 240$ $\left(\frac{км}{с}\right)$. ~~Гарисо~~ ТСДФТ происходит на ~~мин~~ длине волны ~~порядка~~ $\lambda \approx 10^{-3}$ (м). $D \approx 12800$ (км)

~~Т.е. $t = \frac{10^{-3} \cdot 2{,}3 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 10^7 \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3{,}4 \cdot 10^5} \approx 9{,}5 \cdot 10^{21}$ (с)~~

Т.е. $t = \frac{10^{-7} \cdot 2{,}3 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}4 \cdot 10^5 \cdot 1{,}28 \cdot 10^7} \approx 4$ [г]

Стр 1

М2

465

Видимая звёздная величина $m = 4^m$

Расстояние $r = 100$ пк, что в 10 раз больше 10 пк.

Т.е. на расстоянии 10 (пк) звезда ярче в 100 (раз), чем на 100 (пк). Изменение в 100 раз это изменение на 5^m. Т.е. Абсолютная звёздная величина равна $4 - 5 = -1^m$. Болометрическая поправка сост. $-1{,}5^m$. Т.е. абсолютная болометрическая звёздная величина $M_{bol} = -2{,}5^m$.

~~Т.е. св~~ Абсолютная ~~бол~~ бол. зв. величина Солнца $M_{bol\odot} \approx 5^m$. Т.е. ~~светимость звезды звезда ярче Солнца в 10~~ Т.е. если звезда и Солнце на одном расстоянии, то звезда ярче на $7{,}5^m$, т.е. ярче в 10^3 (раз). Т.е. Светимость звезды $L = 10^3 L_\odot$.

Эфф. темп. звезды $T = 15 \cdot 10^3$ (К) $\approx 2{,}5 T_\odot$

(Эфф. темп. Солнца $T_\odot \approx 6000$ (К)).

Т.е. $\frac{L}{L_\odot} = \frac{R^2}{R_\odot^2} \cdot \frac{T^4}{T_\odot^4}$

$10^3 = \frac{R^2}{R_\odot^2} \cdot 2{,}5^4$

Т.е. $10^3 = \frac{R^2}{R_\odot^2} \cdot \frac{2{,}5^5}{2{,}5}$

Т.е. $25 = \frac{R^2}{R_\odot^2}$

$R = 5R_\odot$ ~~Мас~~ Масса звезды $M = 5M_\odot$ ($M_\odot$ – масса Солнца).

Скорость вращения звезды на экваторе $v = 200$ $\left(\frac{км}{с}\right)$.

Поверхность звезды – эквипот. пов. Т.е.

$$\frac{GM}{R-x} - \frac{GM}{R+x} = \frac{v^2}{2}$$

$$2GMx = \frac{v^2}{2}(R^2 - x^2)$$

$$4GMx - v^2R^2 - v^2x^2 = 0$$

$$v^2x^2 - 4GMx + v^2R^2 = 0$$

$D = 16G^2M^2 - 4v^4R^2$ D – дискриминант.

~~Т.е. $x = \frac{4GM \pm \sqrt{16G^2M^2 - 4v^4R^2}}{2v^2}$~~ подст. всё в СИ:

$D = 2^4 \cdot 6{,}67^2 \cdot 10^{-22} \cdot 5^2 \cdot 2^2 \cdot 10^{60} - 2^2 \cdot 2^4 \cdot 10^{28} \cdot 5^2 \cdot 7^2 \cdot 10^{16}$

$= 10^{40} \cdot 6{,}67^2 \cdot 2^4 - 10^{38} \cdot 7^2 \cdot 2^4 \approx 8 \cdot 10^{42}$

Стр 2

465

~~50. ≈ 2,8·10^21~~

~~III.02 ≈ 20 (км)~~

~~Т.е. $x = \frac{4GM \pm 2,8\cdot10^{21}}{2v^2} = \frac{7\cdot10^{-11}\cdot5\cdot10^{30}\pm2,8\cdot10^{21}}{2^3\cdot10^{10}}$~~

~~$x > R$ (км)~~

~~Поэтому $x = \frac{2^3\cdot7\cdot5\cdot10^{-11}\cdot10^{30}\pm2,8\cdot10^{21}}{2^3\cdot10^{10}} = 10^{20}\cdot28 \pm 28\cdot10^{20}$~~

~~$R \gg x$.~~

Т.е. $2GMx = \frac{v^2}{2}(R^2-r^2)$

$R \gg x$.

Т.е. $2GMx \approx \frac{v^2R^2}{2}$

$x = \frac{v^2R^2}{4GM} \approx \frac{2\cdot10^{10}\cdot5^2\cdot7^2\cdot10^{16}}{4\cdot7\cdot10^{-11}\cdot2\cdot10^{30}} \approx 17,5\cdot10^7 = 1,75\cdot10^8$ (м) $\approx 1,75\cdot10^5$ (км)

Т.е. разница между экв. и пол. радиусами

$2R \approx 3,5\cdot10^5$ (км) $\approx \frac{1}{2}R_\odot$

№3

Линия поглощения соотв. энергии $E=800$ (эВ).

$E = 800$ (эВ) $= 8\cdot10^2\cdot1,6\cdot10^{-19} = 12,8\cdot10^{-17} = 1,28\cdot10^{-16}$ (Дж)

Т.е. частота циклотронного излучения $\nu = \frac{E}{h} = \frac{12,8\cdot10^{-17}}{6,63\cdot10^{-34}} \approx$
$\approx 2\cdot10^{17}$ (Гц). ~~Известно, что $qBv = \frac{mv^2}{R}$ ...~~

~~Уравн~~ Сред. гравитационное красное смещение $z = \frac{GM}{Rc^2} \approx$
$\approx \frac{7\cdot10^{-11}\cdot1,4\cdot2\cdot10^{30}}{10^4\cdot3^2\cdot10^{16}} \approx \frac{7\cdot1,4\cdot2\cdot10^{-1}}{3^2} \approx 0,23$

ν_0 – мат. частота циклотронного излучения

Т.е. $z = \frac{\nu_0-\nu}{\nu} \approx 0,23$

$\nu_0 \approx 1,23\nu \approx 2,5\cdot10^{17}$ (Гц)

Известно, что $qBv = m\omega^2R$

$qB = m\omega = 2\pi m\nu_0$

~~Т.е. $B = \frac{2\pi m\nu_0}{q}$~~

~~Т.е. $qB = m\omega = 2\pi m \nu_0$~~

Т.е. $B = \frac{2\pi m \nu_0}{q}$

Подставляем $m \approx 9 \cdot 10^{-31}$ кг (масса электрона

$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ (Кл) (заряд электрона)

Т.е. $B = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9 \cdot 10^{-31} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{17}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = \frac{3^3 \cdot 5}{1{,}6} \cdot 10^5 \approx 2 \cdot 3^2 \cdot 5 \cdot 10^5 \approx 9 \cdot 10^6$ (Тл)

№5

Заметим, что за $t = 3$ (ч) планета преодолела расстояние $l = 2R_\odot$ (звезда класса G2V, т.е. звезда похожа на Солнце).

Т.е. скорость планеты $v = \frac{l}{t} \approx \frac{2R_\odot}{t} \approx \frac{2 \cdot 7 \cdot 10^5}{3 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3} \approx$

$\approx \frac{7 \cdot 10^5}{5{,}4 \cdot 10^3} \approx 130$ $\left(\frac{км}{с}\right)$. Т.е. планета располагается близко к звезде. $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

Т.е. $v = v_\oplus \sqrt{\frac{1[а.е.]}{r}}$ $v_\oplus$ – скорость движения Земли по орбите. $v_\oplus \approx 30$ (км/с)

$r = \frac{v_\oplus^2}{v^2} \cdot 1[а.е.] \approx \frac{30^2}{130^2} \approx \left(\frac{1}{4}\right)^2 \approx \frac{1}{16}$ [а.е.] $\approx 0{,}0625$ (а.е.).

~~$\approx 0{,}0625 \cdot 1{,}5 \cdot 10^8$ [км] $\approx 6{,}25 \cdot 1{,}5 \cdot 10^6$ км~~

Т.е. данная планета располагается очень близко к звезде. Т.е. ~~данная~~ освещенность на данной планете $E = \frac{E_\oplus \cdot (1[а.е.])^2}{r^2} \approx 256 E_\oplus$, где $E_\oplus$ – солнечная постоянная. $E_\oplus \approx 1360$ (Вт/м²). ~~Теперь определим радиус планеты~~ $E \approx 2^8 \cdot 1{,}36 \cdot 10^3 \approx 1{,}7 \cdot 10^5 \approx 4 \cdot 10^5$ (Вт/м²).

Определим радиус планеты, ~~закрываемый~~ Мизиндин ~~находящаяся~~ в блеске сост. 97% от исходного. Т.е. 3% диска звезды закрыто. Т.е. радиус планеты $R \approx \sqrt{0{,}03}\, R_\odot \approx \frac{1}{6} R_\odot \approx 1{,}17 \cdot 10^5$. Т.е. данная планета — горячий Юпитер.

465

~~Получается, что данная планета дольше часть заранее изучения поглощается, и перед заходом перекрывает во все стороны~~

~~Получается, что данная планета часть изучения~~

~~В~~ В середине транзита планета ~~продолжает~~ находилась в центре диска звезды. И ~~часть~~ ~~изучение~~ ~~звезды проходит через атмосферу планеты.~~

И в этот момент ~~блеск~~ блеск звезды равен не 97% от исходного, а 98% от исходного (происходит повышение ~~на 1%~~ блеска на 1%). Получается, что ~~часть~~ 1% ~~изучения поглощается~~ ~~от~~ изучения звезды стал пропускаться. Т.е. 1% изучения ~~стал~~ пропускается ~~атмосферой~~ ~~атмосферой~~ ~~благодаря~~ благодаря атмосфере.

Т.е. ~~радиус звезды~~ ~~радиус звезды~~ ~~плата~~ радиус планеты ~~при падении блеска на 2%~~ ~~без учета атмосферы~~ ~~атмосферы~~ $R_0 = \sqrt{\frac{2}{3}}\,R \approx \sqrt{\frac{1}{54}}\,R_\odot \approx$ (при падении блеска на 2%)

$\approx \sqrt{0{,}02}\,R_\odot \approx 0{,}14 R_\odot \approx 7\cdot 10^5 \cdot 1{,}4\cdot 10^{-1} \approx 10^5$ (км). ~~Теперь оценим~~ ~~рассмотрим преломление в верхних слоях атмосферы.~~

~~$t = 7$ (мин) (перелет. max длится менее 2 мин).~~

~~$V_0 t \approx 130\cdot 60 \approx 1{,}3\cdot 6\cdot 10^3 \approx 8\cdot 10^3$ (км). Т.е. за 2 планета~~

~~На угол $\alpha = \frac{V_0 t}{r} \approx \frac{8\cdot 10^3}{1{,}5\cdot 10^8} \approx \frac{2}{1{,}5}\cdot 10^{-5} \approx \frac{130}{1{,}5}\cdot 10^{-5} \approx 8{,}5\cdot 10^{-4}$ рад.)~~

~~т.е. смещение за~~ ~~за~~ планета смещается на $\frac{1}{100}$ радиуса Солнца на диске. ~~Т.е. Толщина менее плотных слоёв атмосферы составляет~~ $R - R_0 = 1{,}7\cdot 10^4$ (км) в верхних слоях

~~Повышение~~ Блеск повышается благодаря рефракции атмосферы планеты. Определим величину рефракции. ~~За время~~

~~Перед max. max длится 7 (мин). Т.е. от центра диска~~

~~планета делает отдаленные на $V_0 t = 130\cdot 60 \approx 1{,}7\cdot 6\cdot 10^3 = 8000$ (км)~~

~~на угол~~ $\leftrightarrow \frac{1}{100}$ ~~радиус~~ $R_\odot$. ~~Т.е. за всё время~~ планета смещается на угол $\alpha = \frac{R_\odot}{100 r} \approx \frac{8\cdot 10^3\cdot 1{,}6}{1{,}5\cdot 10^8} \approx \frac{2^3}{1{,}5}\cdot 10^{-5}$

$\approx \frac{2^3\cdot 10^{-5}\cdot 1{,}6\cdot 10^3}{1{,}5}$ [~~$\approx 1{,}4\cdot 10^{-2} \approx 0{,}2$ (рад)~~]

Стр 5

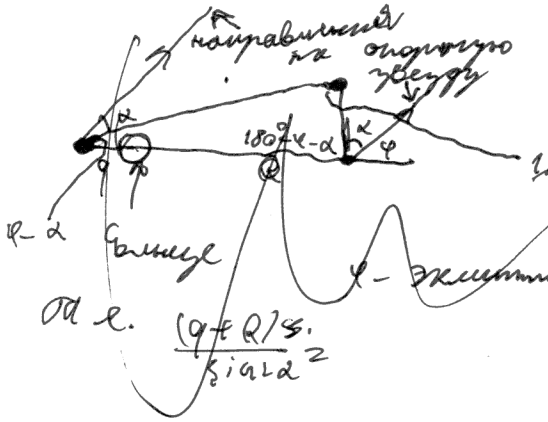
4 б б

~~№4~~

~~Пусть опорная звезда имеет эклиптическую широту 90°. Тогда будет при наблюдении со всех КА комета будет „описывать" эллипс эксцентриситет которого равен 0,6. Но описывается он окружность. Т.е. эклиптическая широта кометы φ:~~

№4

~~cos φ = ко~~ Изобразим ~~картинку, как вы~~ ситуацию:

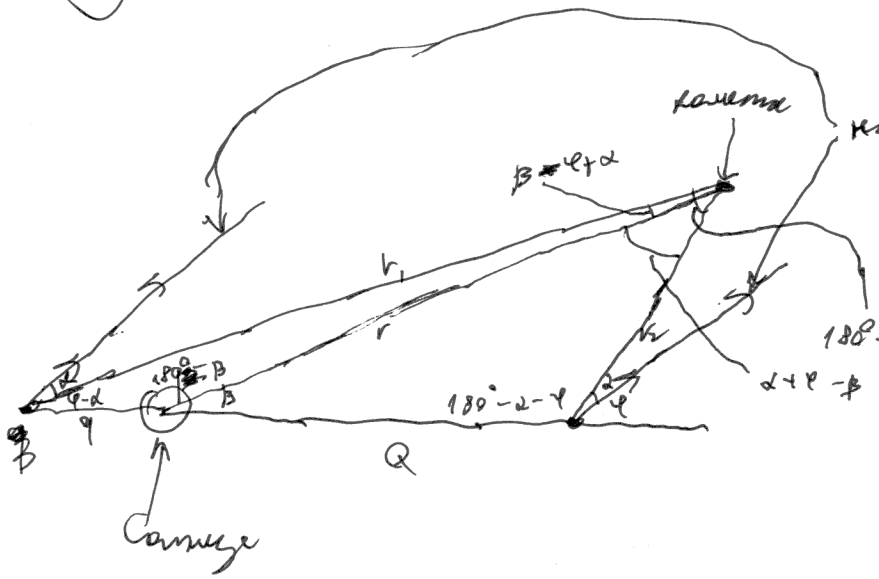


$\alpha = 33°$

$180° - 180° + \varphi + \alpha - \varphi + \alpha = 2\alpha = 66°$

~~φ - эклиптическая широта.~~

Т.е. $\frac{(q+Q)s}{\sin 2\alpha^2}$



$\alpha = 33°$

$180° - 180° + \alpha + \varphi - \varphi + \alpha = 2\alpha = 66°$

$\alpha + \varphi - \beta$

~~Т.е. диаметр описанной окр-ти равен~~

~~Т.е. диаметр~~ $\frac{(Q+q)}{\sin 2\alpha} = \frac{2a}{\sin 2\alpha} = \frac{2a}{\sin 60° \cdot \cos 60° + \cos 60° \cdot \sin 60°} \approx$

$\approx \frac{2 \cdot 0{,}25}{\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{\sqrt{3}}} = \frac{1}{1{,}7 + 0{,}1} \approx \frac{1}{1{,}8} \approx \frac{5}{9} \approx 0{,}55$ (а.е.) – диаметр опис. окр-ти.

Стр 87

~~продолжение задачи №5~~

465

~~Толщина верхних слоёв атмосферы $\Delta R = R - R_0 \approx 1{,}7 \cdot 10^4$ (км), что соотв. углу $\alpha' = \frac{\Delta R}{r} \approx 2\alpha \approx 6{,}4'$.~~

~~Т.е. величина рефракции составляет от $\alpha' - \alpha \approx 3{,}2'$ до $\alpha' + \alpha \approx 9{,}6'$.~~

$R_0 \approx 10^5$ км, что соотв. углу $\alpha' \approx \frac{R_0}{r} \approx$

$\approx \frac{10^5 \cdot 16}{1{,}5 \cdot 10^8} \approx \frac{16}{1{,}5} \cdot 10^{-3} \approx 10^{-2}$ [рад] $\approx 10^{-2} \cdot 60 \cdot 60$ [′] $\approx$

≈ 36 [′].

Т.е. величина рефракции ~~в атмосф~~ сост. ~~38~~ ~~36~~′

~~от $\alpha' - \alpha \approx 32{,}8'$~~ 36[′]

465

Т.е. $\frac{q \cdot \sin(\varphi-\alpha)}{\sin(\beta-\varphi+\alpha)} = \frac{Q \cdot \sin(\alpha+\varphi)}{\sin(\alpha+\varphi-\beta)}$

$q = a(1-e)$

$Q = a(1+e)$

Т.е. $\frac{(1-e)\sin(\varphi-\alpha)}{\sin(\beta-\varphi+\alpha)} = \frac{(1+e)\sin(\alpha+\varphi)}{\sin(\alpha+\varphi-\beta)}$

$e = 0,6$

$\frac{0,4\sin(\varphi-\alpha)}{\sin(\beta-(\varphi-\alpha))} = \frac{1,6\sin(\alpha+\varphi)}{\sin(\alpha+\varphi-\beta)}$

$\frac{0,4\sin\varphi\cos\alpha - 0,4\cos\varphi\sin\alpha}{\sin\beta\cos(\varphi-\alpha) - \cos\beta\sin(\varphi-\alpha)} = \frac{1,6\sin\alpha\cos\varphi + 1,6\sin\varphi\cos\alpha}{\sin(\alpha+\varphi)\cos\beta - \cos(\alpha+\beta)\sin\beta}$

$\frac{0,4(\sin\varphi\cos\alpha - \cos\varphi\sin\alpha)}{\sin\beta\cos\varphi\cos\alpha + \sin\beta\sin\varphi\sin\alpha - \cos\beta\sin\varphi\cos\alpha + \cos\beta\cos\varphi\sin\alpha} =$

Для начала определим φ. Если бы звезда располагалась на эклиптике, то комета описывала бы эллипс при наблюдении из всех КА. Но комета описывает окр-ть. Т.е. большая полуось чтена до малой полуоси $b = a\sqrt{1-e^2} = a\cos x$, где x – полуугол расстояния. Т.е.

$\sin\varphi = \cos x = \sqrt{1-e^2} \approx 0,8$

$\sin(60^\circ - \Delta x) = 0,8$

$\sin 60^\circ \cos\Delta x - \cos 60^\circ \sin\Delta x = 0,8$

$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,86 \quad \cos\Delta x \approx 1$

$0,86 - 0,8 = \frac{1}{2}\sin\Delta x$

$0,1 = \sin\Delta x$

$\Delta x \approx 6^\circ$

Т.е. $\varphi \approx 54^\circ$.

Теперь определим расстояние от ~~звезды до~~ Солнца до кометы r.

$r = \frac{r_1\sin(\varphi-\alpha)}{\sin\beta} = \frac{r_2\sin(\varphi+\alpha)}{\sin\beta}$

Т.е. $r_1\sin 21^\circ = r_2\sin 87^\circ$.

~~Т.е.~~ Т.е. $r_1\sin 21^\circ \approx r_2$

Стр 8

465

~~Можно утверждать, что $\frac{(q+Q)\cdot\sin(\varphi-\alpha)}{\sin 2\alpha} = V_2$~~

~~т.е. т.е. $\frac{2a\sin(\varphi-\alpha)}{\sin 2\alpha} = V_2$~~

~~т.е. $V_2 = \frac{V_2\sin(\varphi+\alpha)}{\sin\beta} = \frac{2a\sin(\varphi-\alpha)\sin(\varphi+\alpha)}{\sin\beta\cdot\sin 2\alpha}$~~

~~т.к. $a \approx 0{,}18$~~

~~Определим~~

т.е. данный треугольник ≈ прямоугольный.

~~т.е.~~ $V_2 = \frac{(q+Q)\sin(\varphi-\alpha)}{\sin 2\alpha} \approx \frac{2a\sin 21^\circ}{\sin 66^\circ}$

$\sin 23^\circ \approx 0{,}4$.

т.е. ~~$\sin 23^\circ\cos$~~ $\sin 21^\circ = \sin 23^\circ\cos 2^\circ - \cos 23^\circ\sin 2^\circ \approx$

$\approx 0{,}4 - \sqrt{1-0{,}4^2}\cdot\frac{2}{60} \approx 0{,}4 - \sqrt{0{,}84}\cdot\frac{1}{30} \approx 0{,}37$

~~т.е.~~ $\sin 66^\circ = \sin 60^\circ\cos 6^\circ + \cos 60^\circ\cdot\sin 6^\circ \approx \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\cdot\frac{6}{60} = \frac{1}{2}\cdot 1{,}8 \approx 0{,}9$

~~т.е. $V_2 = \frac{2a\sin 21^\circ}{\sin 66^\circ}$~~ Большая полуось $a = 0{,}25$ (а.е.).

т.е. $V_2 \approx \frac{0{,}5\cdot 0{,}37}{0{,}9} \approx 0{,}25\cdot 0{,}37 \approx 0{,}19$ (а.е.)

~~$V_2 = Q =$~~ Апоцентрическое расстояние $Q = a(1+e) \approx 0{,}25\cdot 1{,}6 \approx$ $\approx 0{,}4$ (а.е.). т.е. ~~расстояние~~ гелиоцентрическое расстояние до кометы $V = \sqrt{Q^2+V_2^2} \approx \sqrt{0{,}16+0{,}04} \approx \sqrt{0{,}2} \approx$

$\approx \sqrt{\frac{2}{10}} \approx \frac{1{,}4}{10} \approx \frac{1{,}4}{3{,}16} \approx 0{,}44$ (а.е.)

~~Стр. 8~~

Стр. 9