

Дано:

$z_1 \approx 3$

$z_2 \approx 0$

$\frac{I_1}{I_2} = ?$

I_2

Решение:

Красное смещение $z = \frac{v}{c}$, при $v \ll c$

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

Длина волны фотона $\lambda = cT = \frac{c}{\nu} \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$

Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

По закону Хаббла: $v = Hr$, r — расстояние.Галактики одинаковы, значит равны их светимости. $L_1 = L_2$ Поверхностная яркость прямо пропорциональна яркости галактики в целом и обратно пропорц. площади π . Также яркость убывает с квадратом расстояния до галактики:

$$S \sim \frac{1}{r^2}$$

Энерг. фотона: $E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E \sim \frac{1}{\lambda}$. Значит энергия излучения обратно проп. длине волны. У 1-й галактики смещение больше, значит энергия меньше.

$$z_1 = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = 3 \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda_0} = 4 \Rightarrow \lambda = 4\lambda_0$$

Улучшение галактики 1 в 4 раза меньше по энергии: $\frac{E_2}{E_1} = 4$ Поверхностная яркость I пропорциональна излучению E , обратно пропорциональна площади на небе и расстоянию до объекта в квадрате

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{S_2 \cdot r_2^2}{S_1 \cdot r_1^2} \quad S \sim r^2 \quad \left. \vphantom{\frac{I_1}{I_2}} \right\} \frac{I_1}{I_2} = \frac{E_1}{E_2} = 4$$

Ответ: 4

Дано:

$R = 20 \text{ пк}$

$N = 10^6$

$r = 3 \text{ пк}$

$v = 10 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

$r_{\text{max}} = ?$

$T = ?$

Решение:

Скопление состоит из звезд, расположенных на
Самые, тогда общая масса скопления $M = 10^6 M_{\odot}$,
а светимость $L = 10^6 L_{\odot}$

~~На расстоянии r от центра скопления~~

~~Звезда движется по~~

Если считать, что звезда движется по
эллиптической орбите вокруг центра скопления, то
скорость звезды на расстоянии r от фокуса,
~~на расстоянии r от центра скопления~~

$$v = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}, \text{ где } M - \text{масса}$$

~~звезды~~, a — большая полуось.

$$\frac{2}{r} - \frac{1}{a} = \frac{v^2}{GM}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{2}{r} - \frac{v^2}{GM}$$

Так как звезда движется перпендикулярно направлению
на скопление, то она находится либо в афелии,
либо в перифелии своей орбиты.

В сечении орбиты звезды, шаровое скопление
будет кругом, равномерно заполненным звездами.
Звезда в скоплении движется по эллипсу, в
одном из фокусов которого находится центр масс
скопления. Центр масс находится точно в центре
скопления, его масса $M = 10^6 M_{\odot}$. $GM_{\odot} \approx 1,3 \cdot 10^{20}$

$$\frac{1}{a} = \frac{2}{3 \cdot 206000 \cdot 15 \cdot 10^{10}} - \frac{(10000)^2}{10^6 \cdot 1,3 \cdot 10^{20}} =$$

$$= \frac{1}{45 \cdot 103000 \cdot 10^{10}} - \frac{10^8}{1,3 \cdot 10^{26}} = \frac{1}{45} \cdot 10^{-15} - \frac{1}{1,3} \cdot 10^{-18}$$

(N2) Труднее

$$\frac{1}{a} = 10^{-15} \left(\frac{1}{45} - \frac{1}{1,3 \cdot 10^3} \right) = 10^{-15} \left(\frac{1}{3 \cdot 15} - \frac{1}{15 \cdot 100} \right) =$$

$$= \frac{98}{15 \cdot 300} \cdot 10^{-15} = \frac{1}{45} \cdot 10^{-15}$$

$$\Rightarrow a = 45 \cdot 10^{15} \text{ м} = \frac{45 \cdot 10^{15}}{206000 \cdot 15 \cdot 10^{10}} = \frac{1,5 \cdot 10^{15}}{206 \cdot 10^{13}} =$$

$$= \frac{1 \cdot 10^2}{70} = 0,014 \cdot 10^2 = 1,4 - \text{ответ вылился неверный.}$$

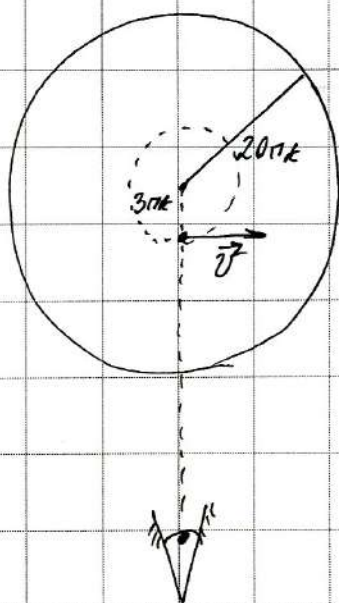
Когда узнали большую радиус орбиты звезды, смогли найти период её обращения, вокруг центра скопления. $\frac{MT^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}$ - 3-й зак. Кеплера

~~Найдя период обращения звезды~~
 Количество звезд в объеме скопления, ограниченного радиусом $r = 3 \text{ пк}$ будет $N \cdot \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} = N \cdot \left(\frac{r}{R}\right)^3 =$

$$= N \cdot \left(\frac{3}{20}\right)^3 = 0,15^3 N \approx 0,0034 N =$$

$$= 0,0034 \cdot 10^6 = 3400 \text{ звезд}$$

~~эти звезды будут заметны~~



Дано:

$M_k = 0,35 M_\odot$

$m = M_3$

$R = R_3$

$T = 62$

$\frac{R_{\max}}{R_{\min}} - ?$

Решение:

Средний радиус Земли $R \approx 6400$ км

В зависимости от расстояния до карлига планета будет вытягиваться из-за приливных сил.

По 3-му закону Кеплера:

$$\frac{(M_k + m) T^2}{(M_\odot + M_3) T_3^2} = \frac{a^3}{a_3^3} \approx \frac{M_k T^2}{M_\odot T_3^2}$$

Если расстояние — в а.е., массы — в массах Солнца $M_\odot$, периоды в ~~сутки~~ земных ~~сутки~~, то:

$$a^3 = M_k T^2$$

$$a^3 = 0,35 \cdot \left(\frac{6}{24 \cdot 365} \right)^2 \approx \frac{1}{6250000} \quad \left(\begin{array}{l} \text{поискать} \\ \text{на калькуляторе} \end{array} \right)$$

$a \approx 0,006$ а.е. — расстояние от планеты до карлига очень маленькое, значит планета находится в приливном захвате и вращается относительно её движется у неё нет.

Возможно значение записано, я считать не умею.

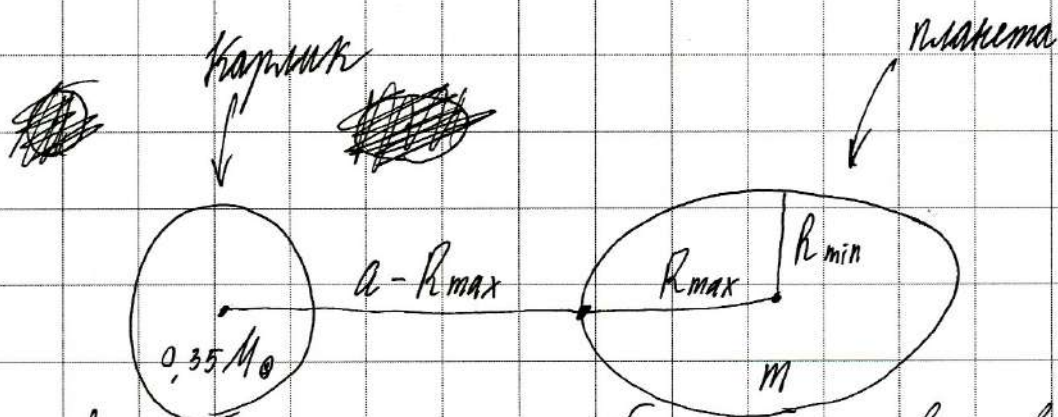
$$\text{Большая полуось равна } a = 0,006 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ км} =$$

$$= 6 \cdot 15 \cdot 10^3 = 90 \cdot 10^3 = 90000 \text{ км}$$

больше радиуса Солнца.

(13) Гравитация

Сделай рисунок:



На поверхности планеты соблюдается равенство потенциалов на экваторе:

$$\frac{Gm}{R_{\max}} = \frac{GM_{\star}}{a - R_{\max}}$$

Обозначим разницу между средним радиусом R и экваториальным радиусом $R_{\max}$ как ΔR :

$$R_{\max} = R + \Delta R$$

Тогда:
$$\frac{m}{R + \Delta R} = \frac{0,35 M_{\odot}}{a - R - \Delta R} \approx \frac{0,35 M_{\odot}}{a - R}$$

Масса планеты равна массе Земли: $m = M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{24}$ кг

~~$$\frac{6 \cdot 10^{24}}{64 \cdot 10^5 + \Delta R} = \frac{0,35 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{0,006 \cdot 15 \cdot 10^{10}}$$

$$\Delta R = \frac{m(a - R)}{0,35 M_{\odot} - m}$$

$$\Delta R = \frac{6 \cdot 10^{24} (0,006 \cdot 15 \cdot 10^{10} - 64 \cdot 10^5)}{0,35 \cdot 2 \cdot 10^{30} - 6 \cdot 10^{24}}$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{24} (9 \cdot 10^3 - 64)}{0,7 \cdot 10^{30} - 6 \cdot 10^{24}}$$

$$= \frac{9000 - 64}{0,7 - 6 \cdot 10^{-6}} \cdot 64 \cdot 10^5$$~~

(N3) *Тригонометрия*

$$0,35 M_{\odot} (R + \Delta R) = m(a - R)$$

$$R + \Delta R = \frac{m(a - R)}{0,35 M_{\odot}} \Rightarrow \Delta R = \frac{m(a - R)}{0,35 M_{\odot}} - R$$

$$\Delta R = \frac{6 \cdot 10^{24} (0,006 \cdot 15 \cdot 10^{10} - 64 \cdot 10^5)}{0,35 \cdot 2 \cdot 10^{30}} - 64 \cdot 10^5 =$$

$$= \frac{10^5 (0,09 \cdot 10^5 - 64)}{0,35 \cdot 2 \cdot 10^{30}} - 64 \cdot 10^5$$

$$m(a - R - \Delta R) = 0,35 M_{\odot} R + 0,35 M_{\odot} \Delta R$$

$$ma - mR - m\Delta R - 0,35 M_{\odot} \Delta R = 0,35 M_{\odot} R$$

$$ma - mR - 0,35 M_{\odot} R = \Delta R (m + 0,35 M_{\odot})$$

$$\Delta R = \frac{m(a - R) - 0,35 M_{\odot} R}{m + 0,35 M_{\odot}}$$

$$\Delta R = \frac{6 \cdot 10^{24} (0,006 \cdot 15 \cdot 10^{10} - 64 \cdot 10^5) - 0,35 \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 64 \cdot 10^5}{6 \cdot 10^{24} + 0,35 \cdot 2 \cdot 10^{30}} =$$

$$= \frac{10^{24} (6 (0,006 \cdot 15 \cdot 10^{10} - 64 \cdot 10^5) - 0,7 \cdot 64 \cdot 10^{14})}{10^{24} (6 + 0,7 \cdot 10^6)} =$$

$$= \frac{6 (0,09 \cdot 10^5 - 64) \cdot 10^5 - 0,7 \cdot 64 \cdot 10^6}{6 + 0,7 \cdot 10^6} \approx \frac{6 (9 \cdot 10^3 - 64)}{6 + 0,7 \cdot 10^6}$$

Дано:

$$O5: T_0 = 40000 \text{ K}$$

$$B2: T_B = 20000 \text{ K}$$

$$\alpha_B = 2\alpha_0$$

$$T_{H10} = T_{H1B}$$

$$\frac{P_0}{P_B} = ?$$

Решение:

Концентрацию вещества можно найти
через число частиц N и занимаемый
ими объем V : $n = \frac{N}{V}$
Можно найти отношения светимостей
этих звезд:

$$\frac{L_0}{L_B} = \frac{S_0 \cdot T_0^4}{S_B \cdot T_B^4} = \frac{4\pi R_0^2}{4\pi R_B^2} \cdot \left(\frac{T_0}{T_B}\right)^4 = \left(\frac{R_0}{R_B}\right)^2 \cdot \left(\frac{T_0}{T_B}\right)^4$$

Если считать области водорода шаровыми, то можно
найти отношения их объемов, найдя отношения
радиусов R_0 и R_B областей:

$$\frac{V_0}{V_B} = \frac{\frac{4}{3}\pi R_0^3}{\frac{4}{3}\pi R_B^3} = \left(\frac{R_0}{R_B}\right)^3$$

Считая, что области находятся на примерно
одинаковом расст. от наблюдателя:

$$\frac{\alpha_0}{\alpha_B} = \frac{R_0}{R_B} = \frac{1}{2}$$

$$\text{Тогда } \frac{V_0}{V_B} = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{V_B}{V_0} = 8 \Rightarrow V_B = 8V_0$$

$$\left(\frac{T_0}{T_B}\right)^4 = \left(\frac{40000}{20000}\right)^4 = 16. \text{ Для } T_0 = 40000, \text{ радиусы}$$

~~звезд примерно одинаковые, то зв. O5 обладает в~~
~~16 раз большей светимостью, чем B2.~~

Считаем ионизированный водород идеальным газом.
Водород поглощает и перемещает энергию звезды.

$$L = S_0 T^4 \text{ — светимость водорода}$$

$$\Rightarrow T^4 = \frac{L}{S_0}. \quad T_0 = T_B \Rightarrow \frac{L_0}{S_0} = \frac{L_B}{S_B} \Rightarrow \frac{L_0}{S_0} = \frac{L_B}{S_B}$$

(N4) Тяжелые

Отношение площадей поверхностей областей водорода:

$$\frac{S_B}{S_0} = \left(\frac{R_B}{R_0}\right)^2 = 2^2 = 4$$

$$\frac{S_0}{S_B} = \frac{L_0}{L_B} = 4 \Rightarrow \boxed{L_0 = 4 L_B}$$

$$\frac{L_0}{L_B} = \left(\frac{R_0}{R_B}\right)^2 \cdot \left(\frac{T_0}{T_B}\right)^4 = 4 = \left(\frac{R_0}{R_B}\right)^2 \cdot 16$$

$$\frac{R_0}{R_B} = \sqrt{\frac{4}{16}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\frac{R_B}{R_0} = 2}$$

Отношение концентраций водорода будет равно:

$$\frac{n_0}{n_B} = \frac{N_0 \cdot V_B}{N_B \cdot V_0} = \frac{N_0}{N_B} \cdot 8$$

Количество частиц N можно найти через число Авогадро N_A : $N = \nu \cdot N_A$, где ν - кол-во вещества водорода. $\nu = \frac{m}{M}$ - m - масса водорода, M - молярная масса. Для молекулярного водорода: $M = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$$\frac{N_0}{N_B} = \frac{\nu_0 \cdot N_A}{\nu_B \cdot N_A} = \frac{\nu_0}{\nu_B}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} \Rightarrow \frac{\nu_0}{\nu_B} = \frac{p_0 V_0}{p_B V_B}$$

где p - давление идеального газа (водорода)

~~$p = \frac{F}{S}$~~ . Если приме. $p = nkT$, $T_0 = T_B \Rightarrow \boxed{\frac{p_0}{p_B} = \frac{n_0}{n_B}}$

Значит нужно найти отношение давлений

водорода. Давление $p = \frac{F}{S}$; $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ - Δp изм. импульса

~~Энергия фотона~~: ~~$E = h\nu$~~ Импульс фотона: $p = \frac{E}{c}$

$$F = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{L}{c}, \text{ где } L - \text{светимость, } c - \text{скор. света}$$

$$\Rightarrow p = \frac{L}{cS} \quad L = S\sigma T^4 \Rightarrow p = \frac{S\sigma T^4}{cS} = \frac{\sigma T^4}{c}$$

(19) Продолжение

$$p = \frac{\sigma T^4}{c} \Rightarrow \frac{p_0}{p_b} = \left(\frac{T_0}{T_b} \right)^4$$

$$p = \frac{L}{cS} \Rightarrow \frac{p_0}{p_b} = \frac{L_0 \cdot \cancel{\pi R_b^2} \cdot \cancel{x}}{\cancel{x} \cdot \cancel{\pi R_0^2} \cdot L_b} = \frac{L_0}{L_b} \cdot \left(\frac{R_0}{R_b} \right)^2$$

$$\frac{p_0}{p_b} = 4 \cdot 2^2 = 4 \cdot 4 = 16 = \frac{n_0}{n_b}$$

Ответ: ~~16~~ $\frac{n_0}{n_b} = 16$

(15)

Дано:

 m, ω, Ω

Решение:

$$\ddot{E} = -\frac{\omega}{m} j$$

 j — мн. потеря мн. импульса

 $\dot{E}$ — мн. п. раб. энергии.

$$F_1 = Bqv = ma$$

$$a = \frac{v^2}{r}; \quad r = \frac{v}{2\pi\gamma}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r\gamma$$

$$a = \frac{v^2 2\pi\gamma}{x} = 2\pi\gamma v$$

$$2\pi\gamma m_2 = Bq x \Rightarrow 2\pi\gamma = \frac{Bq}{m_2} = \omega$$

— цикл. частота колебаний частицы массой m и зарядом q в магн. поле с индукцией B

Момент импульса звезды можно найти через ее массу M и радиус R . $J = \frac{2}{5}MR^2 \cdot \Omega$

Энергия системы E равна сумме вращ. энергии звезды и энергии колебаний: $E = E_{вр} + E_k$

$$E_{вр} = \frac{M\Omega^2}{2}$$

Уравнение гармонических колебаний: $x_m = -x_m''\omega$

Травматические выносы излучаются с цикл. частотой ω . Раскачка колебаний будет при резонансе.