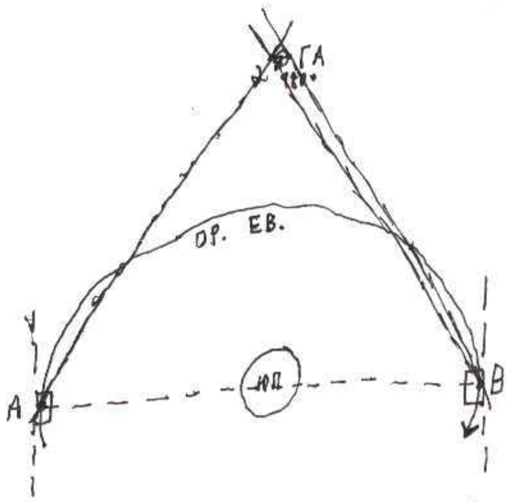
№2.

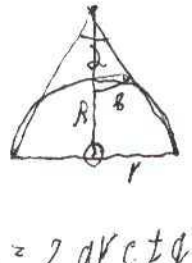
Предположим, Ганимед всегда повернут к Юпитеру одной и той же стороной. Тогда мы можем перейти в систему отсчёта, где Ганимед и Юпитер неподвижны, а Европа движется по кругу:



Это на основании сонаклонности орбит.

Крайний левый и крайний правый меридианы Ганимеда будут видны из точек A и B. Угол дуги экватора α между этими меридианами

$$\alpha - 180° = 2\beta = 2\,\mathrm{arctg}\frac{r}{R}$$



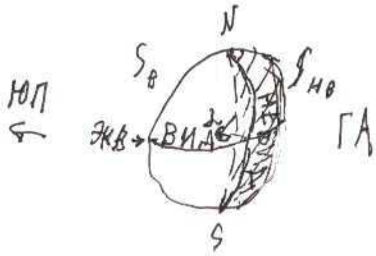
(Здесь r – радиус орбиты Европы;
R – расстояние Ганимед–Юпитер.)

$$\alpha = 2\,\mathrm{arctg}\frac{r}{R} + 180° = 2\,\mathrm{arctg}\frac{671100}{1070400} + 180° = 244,172°$$

Величина 180° взята так как размер Ганимеда пренебрежимо меньше расстояния до него. Это длина видимой дуги экватора.

Если предположить, что высота башни также сильно меньше расстояний между спутниками, то:

$$K = \frac{S_В}{S_П} = \frac{\alpha}{360°} = \frac{244{,}172°}{360°} = 0{,}6783$$



Ответ: 67,83 %.

№3.

Из того, что у звезды исчезает годовое смещение следует, что она движется по кругу радиусом 1 а.е. с периодом 1 год. Её масса m. По закону центра масс:

$1 \text{ а.е.} \cdot m = r \cdot 1{,}4 M_{\odot}$, где r — радиус орбиты компактного объекта.

$$r = m \frac{1 \text{ а.е.}}{1{,}4 M_{\odot}}$$

По III закону Кеплера в сравнении с системой Земля - Солнце:

$$\frac{(r+1\,а.е.)^3}{(1\,а.е.)^3} = \frac{m+1{,}4M_\odot}{M_\odot}\cdot\frac{(1\,год)^2}{(1\,год)^2}$$

$$\frac{(r+1\,а.е.)^3}{(1\,а.е.)^3} = \frac{m+1{,}4M_\odot}{M_\odot}$$

$$\frac{\left(m\frac{1\,а.е.}{1{,}4M_\odot}+1\,а.е.\right)^3}{(1\,а.е.)^3} = \frac{m+1{,}4M_\odot}{M_\odot}$$

$$\left(\frac{m}{1{,}4M_\odot}+1\right)^3 = \frac{m+1{,}4M_\odot}{M_\odot}$$

$$\left(\frac{m+1{,}4M_\odot}{M_\odot}\right)^3 = 1{,}4^3\,\frac{m+1{,}4M_\odot}{M_\odot}$$

$$\frac{m+1{,}4M_\odot}{M_\odot} = \sqrt{1{,}4^3} = 1{,}6565$$

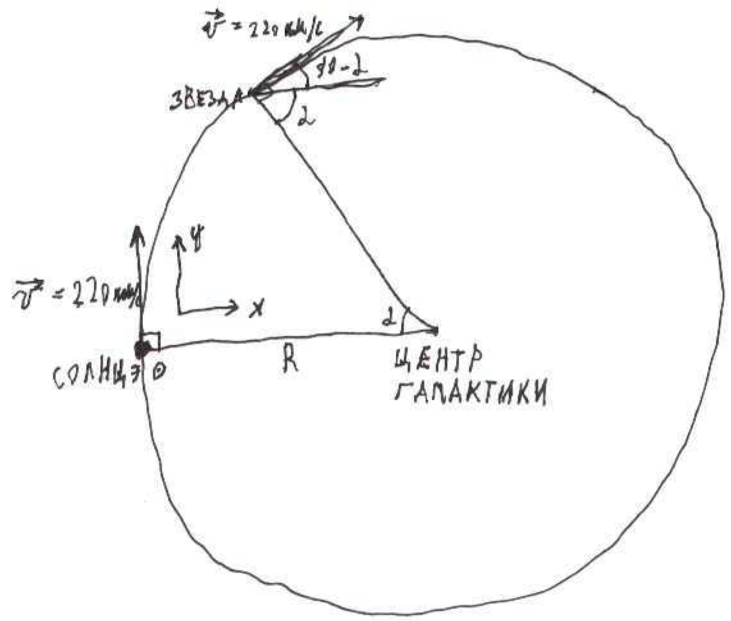
$m = 1{,}6565\,M_\odot - 1{,}4\,M_\odot = 0{,}2565\,M_\odot$.

Какая-то мелочь M класса!

Ответ: $0{,}2565M_\odot$.

Это всё сделано в обоснованном условии о круглости орбит предположении нахождения этих орбит в картинной плоскости.

№4.



Элементарная тригонометрия:

$v = 150$ км/с

$$\sqrt{(v_{солх} - v_{звх})^2 + (v_{солу} - v_{звy})^2} = 150 \text{ км/с}$$

$v_{солх} = 0$, $v_{звх} = \cos(90°-\alpha)v = \sin\alpha\, v$, $v_{солу} = v$, $v_{звy} = \sin(90°-\alpha)v = \cos\alpha\, v$

$$v\sqrt{\sin^2\alpha + (1-\cos\alpha)^2} = 150 \text{ км/с}$$

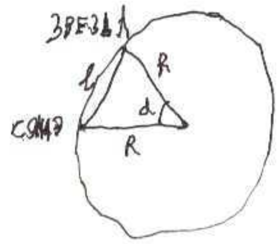
$$v\sqrt{\sin^2\alpha + \cos^2\alpha + 1 - 2\cos\alpha} = 150 \text{ км/с}$$

$$v\sqrt{2}\cdot\sqrt{1-\cos\alpha} = 150 \text{ км/с}$$

$$1-\cos\alpha = \left(\frac{150 \text{ км/с}}{\sqrt{2}v}\right)^2 = \frac{\left(\frac{150 \text{ км/с}}{220 \text{ км/с}}\right)^2}{2} = 0{,}23244$$

$\cos\alpha = 0{,}76756$

$\alpha = 39{,}865°.$



Если звезда не опережает, а догоняет Солнце — всё также!

$$l = 2R\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2\cdot 8\text{ кпк}\cdot\frac{1000\text{ пк}}{\text{кпк}}\cdot\sin\left(\frac{39{,}865^\circ}{2}\right) = 5454{,}6\text{ пк}.$$

Это и есть расстояние между звездами. Так как галактика дискообразна и однородно заполнена газом видимая звездная величина звезды m:

$$m = M + l\cdot 0{,}002^m/\text{пк} + \log_m\left(\frac{l}{10\text{ пк}}\right)^2$$

Где M — абсолютная звездная величина звезды, $M \approx 4{,}7^m$.

$$m = 4{,}7^m + 10{,}9^m + 13{,}7^m = 29{,}3^m$$

Даже в Хаббл не видна!

Ответ: $+29{,}3^m$.

№5.

G2V — это примерно как Солнце (чуть ярче, и тяжелее).

Расстояние до звезды слишком мало чтобы учитывать поглощение межзвездного газа, и поэтому:

$l = 10 \cdot (\sqrt[5]{100})^{12-M}$ пк, где $M \approx 4{,}7$ — абсолютная величина звезды.

$l = 288{,}4$ пк.

По III закону Кеплера в сравнении с Землей – Солнцем, если массы звёзд равны:

$$\frac{R^3}{(1\,а.е.)^3} = \frac{M_\odot}{M_\odot} \cdot \frac{(10\,лет)^2}{(1\,год)^2} = 100$$

$R = \sqrt[3]{100}$ а.е. $= 4{,}642$ а.е.

Это и есть радиус орбиты планеты.

То есть максимальное угловое расстояние при наблюдении с 1 пк равно $4{,}642''$, а с 288,4 пк — $0{,}0161''$.

Допустим радиус звезды равен солнечному: $r = 695000$ км,

тогда радиус S_1 планеты без атмосферы:

$$1{,}506\% = \frac{\pi S_1^2}{\pi r^2} = \left(\frac{S_1}{r}\right)^2$$

$$S_1 = \sqrt{0{,}015}\, r = 85119{,}8 \text{ км.}$$

А S_2 с атмосферой:

$$1{,}520\% = \frac{\pi S_2^2}{\pi r^2} = \left(\frac{S_2}{r}\right)^2$$

$$S_2 = \sqrt{0{,}0152}\, r = 85685{,}4 \text{ км.}$$

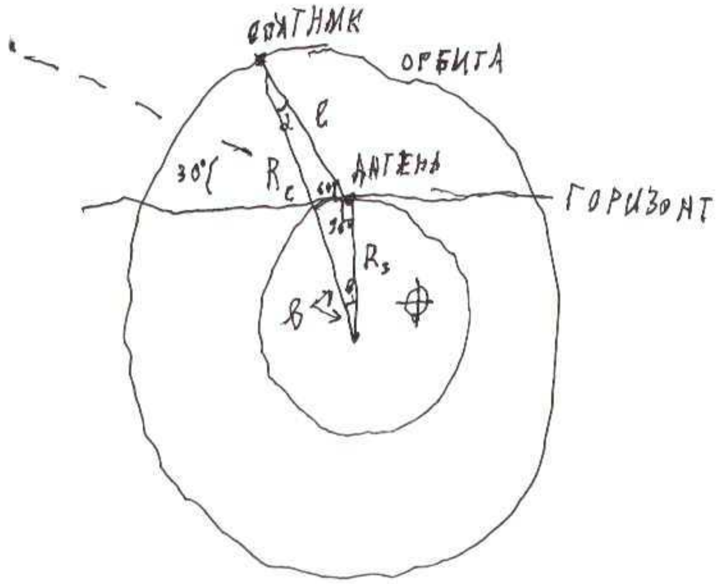
Радиус планеты $S \approx S_1 = 85120$ км.

Высота атмосферы $h = S_2 - S_1 = 565{,}6$ км.

Ответ: 85120 км;
565,6 км;
0,0161″.

№1.

То что спутник и источник находились на одном азимуте, означает что они с антенной и центром земли лежат в одной плоскости:



Теорема синусов:

$$\frac{R_з}{\sin\alpha} = \frac{R_c}{\sin 150^\circ} = 2R_c$$

$$\sin\alpha = \frac{R_з}{2R_c} = \frac{6370\ \text{км}}{2\cdot 10000\ \text{км}} = 0{,}3185$$

$\alpha = 18{,}57^\circ$, Тогда:

$$\beta = 180^\circ - 150^\circ - 18{,}57^\circ = 11{,}43^\circ$$

$$\sin\beta = 0{,}1981$$

$$l = \frac{R_c}{\sin 150^\circ}\cdot\sin\beta = \frac{10000\ \text{км}}{0{,}5}\cdot 0{,}1981 = 3963\ \text{км}.$$

Это и есть расстояние от антены до спутника, то есть база интерферометр