# XXIX Санкт-петербургска олимпиада по Астрономия

## Теоретичен тур

## 6. февруари 2022 г.

Белова

## Задача 1

Нека планетата има радиус $R$, маса $M$ и разстояние до малката планета $r$. Нека малката планета е с радиус $R_{мп}$.

Нека Земята има радиус $R_\oplus$, маса $M_\oplus$ и е на разстояние $r_☾$ от Луната. Нека Луната има радиус $R_☾$.

Екваторът на Земята има дължина 40000

$$\Rightarrow \quad 2.\pi.R_\oplus = 40000$$

$$2.\pi.R = 60000$$

$$\Rightarrow \frac{R}{R_\oplus} = \frac{60000}{40000} = \frac{3}{2}$$

$$R_\oplus = 6400 \text{ km}$$

$$\Rightarrow R = 9600 \text{ km}$$

Гравитационното ускорение на Земята и на планетата е равно на:

$$g = \frac{G.M_\oplus}{R_\oplus^2} = \frac{G.M}{R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{M}{M_\oplus} = \frac{R^2}{R_\oplus^2} = \left(\frac{R}{R_\oplus}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4}$$

$$M_\oplus = 6.10^{24}\ kg$$

$$\Rightarrow M = \frac{9}{4} . 6.10^{24} = 13,5 . 10^{24}\ kg$$

Ъгловите размери на Луната и на малката план
са равни!

$$\Rightarrow \delta = \frac{2.R_{мп}}{r-R} = \frac{2.R_☾}{r_☾-R_\oplus}$$

$$R_{мп} = \frac{R_☾.(r-R)}{r_☾-R_\oplus}$$

$$R_{мп} = \frac{1738.(r-9600)}{384000-6400} = \frac{1738.(r-9600)}{377600}$$

~~От~~ Орбиталният период на малката план
е $T = 27,3$ д.

$\Rightarrow$ От Третия закон на Кеплер:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{G.M}{4.\pi^2}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{G.M.T^2}{4.\pi^2}}$$

Белова

Задача 1 - продължение

$$G \approx 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot s^2}{kg^2} \approx \frac{20}{3} \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot s^2}{kg^2}$$

$$r = \sqrt[3]{G \cdot M \cdot \left(\frac{T}{2 \cdot \pi}\right)^2}$$

$$\Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{20}{3} \cdot 10^{-11} \cdot 13{,}5 \cdot 10^{24} \cdot \left(\frac{27{,}3}{2 \cdot \frac{22}{7}}\right)^2} =$$

$$= \sqrt[3]{10^{14} \cdot 9 \cdot \left(\frac{27{,}3 \cdot 7}{44}\right)^2} =$$

$$= 10^4 \cdot \sqrt[3]{\frac{10^2 \cdot 3^2 \cdot 27{,}3^2 \cdot 7^2}{44^2}} =$$

$$= 10^4 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{10 \cdot 3 \cdot 27{,}3 \cdot 7}{44}\right)^2} \approx$$

$$\approx 10^4 \cdot \sqrt[3]{130^2} \approx$$

$$\approx 10^4 \cdot 16 =$$

$$= 160\,000 \text{ km}$$

$$\Rightarrow R_{мп} = \frac{R_{\sigma} \cdot (r - R)}{r_{\sigma} - R_{\oplus}} \approx$$

$$\approx \frac{1738 \cdot 150000}{377600} \approx 690\ km$$

$\Rightarrow$ Малката планета трябва да има радиус 690 km и да е на разстояние 160000 km от основната.

Белова

Задача 2

Нека ядрото има обем $V_1$, маса $M_1$ и плътност

Нека вътрешният слой има обем $V_2$, маса $M_2$ и плътност $\rho_2$.

Нека външният слой има обем $V_3$, маса $M_3$ и плътност $\rho_3$.

Нека цялата планета има обем $V$, маса $M$ и средна плътност $\rho_{ср}$.

$$V_1 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0{,}3 \cdot R)^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot (0{,}3)^3 =$$

$$= (0{,}3)^3 \cdot V = 0{,}027 \cdot V$$

$$V_2 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0{,}7 \cdot R)^3 - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0{,}3 \cdot R)^3 =$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot (0{,}7)^3 - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot (0{,}3)^3 =$$

$$= 0{,}343 \cdot V - 0{,}027 \cdot V =$$

$$= 0{,}316 \cdot V$$

$$V_3 = V - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0{,}7 \cdot R)^3 =$$

$$= V - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot (0{,}7)^3 =$$

$$= 1 \cdot V - 0{,}343 \cdot V =$$

$$= 0{,}657 \cdot V$$

$$\rho_2 = \frac{M_2}{V_2} = \frac{M_2}{0{,}316 . V} = 3000 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow \frac{M_2}{V} = \cancel{300}\ \rho_2 . 0{,}316 = 948 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_3 = \frac{M_3}{V_3} = \frac{M_3}{0{,}657 . V} = 600 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow \frac{M_3}{V} = \rho_3 . 0{,}657 = 394{,}2 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{ср.} = \frac{M}{V} = \frac{M_1}{V} + \frac{M_2}{V} + \frac{M_3}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{M_1}{V} = \rho_{ср.} - \frac{M_2}{V} - \frac{M_3}{V} =$$

$$= 1530 - 948 - 394{,}2 =$$

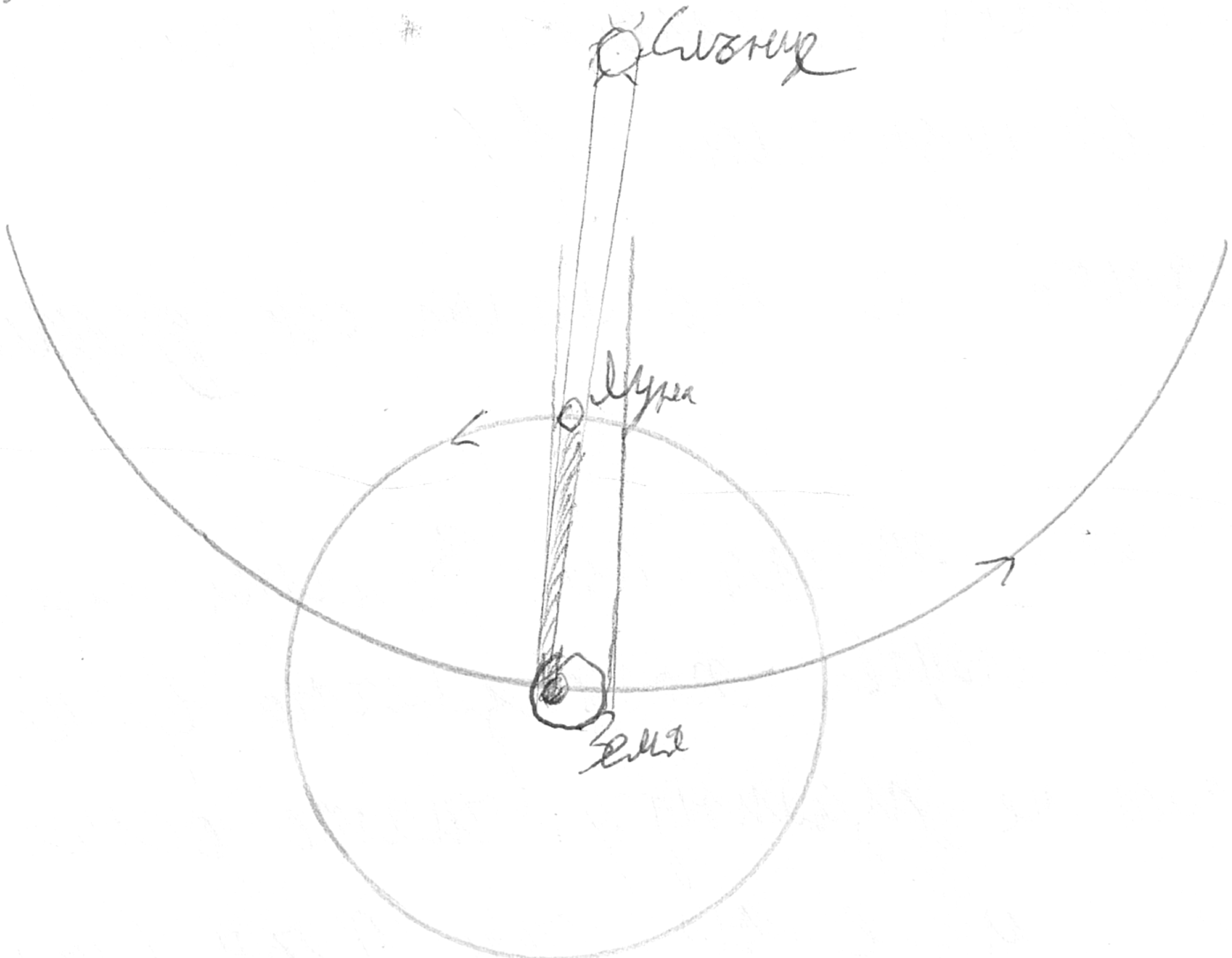
$$= 187{,}8 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_1 = \frac{M_1}{V_1} = \frac{M_1}{0{,}027 . V} = \frac{187{,}8}{0{,}027} \approx 6956 \text{ kg/m}^3$$

$\Rightarrow$ Плътността на ядрото е $\rho_1 \approx 6956$ kg/m³

Белева

Задача 3




При слънчево затъмнение Луната се намира между Земята и Слънцето.

Ъгловите скорости на Луната и Слънцето по небето са:

$$\omega_{☾} = \frac{360°}{T_{☾}} = \frac{360°}{27,3d} \approx 13,19°/d$$

$$\omega_{\odot} = \frac{360°}{T_{\oplus}} = \frac{360°}{365,25d} \approx 0,99°/d$$

$\Rightarrow$ Те се „движат" в една и съща посока.

Спрямо Слънцето Луната има ъглова скорост:

$$\omega = \omega_{☾} - \omega_{\odot} \approx 12,20°/d \approx 0,51°/$$

Луната и Слънцето имат приблизително равни ъглови размери:

$\delta_{☾} \approx \delta_{\odot} \approx 31' \approx 0{,}51^{\circ}$

⇒ Луната изминава собствения си ъглов диаметър за приблизително 1 ч.

Лунната сянка е по-малка от ~~земята~~ Земята.

⇒ От различните точки на Земята затъмнението се наблюдава по различно време.

Нека разгледаме цилиндър, чиято основа е Земята, и е насочен към Слънцето.

~~[illegible]~~ Земният диаметър е ~~[illegible]~~

$D_{\oplus} \approx 12800$ km

Пълно слънчево затъмнение може да има тогава, когато центърът на Луната се намира (~~[illegible]~~) в цилиндъра.

$$\frac{D_{\oplus}}{D_{☾}} = \frac{12800}{3476} \approx 3{,}68$$

⇒ Центърът на Луната (~~[illegible]~~) ще измине 3,68 пъти лунния ъглов диаметър, докато трае затъмнението.

Това ще се случи за около 3,68 часа.

За 3,68 часа ще се родят:

$$\frac{160\,000\,000}{\frac{365{,}25 \cdot 24}{3{,}68}} = \frac{160\,000\,000 \cdot 3{,}68}{365{,}25 \cdot 24} \approx 6716\ldots$$

Приблизително половината от тях са момичета.

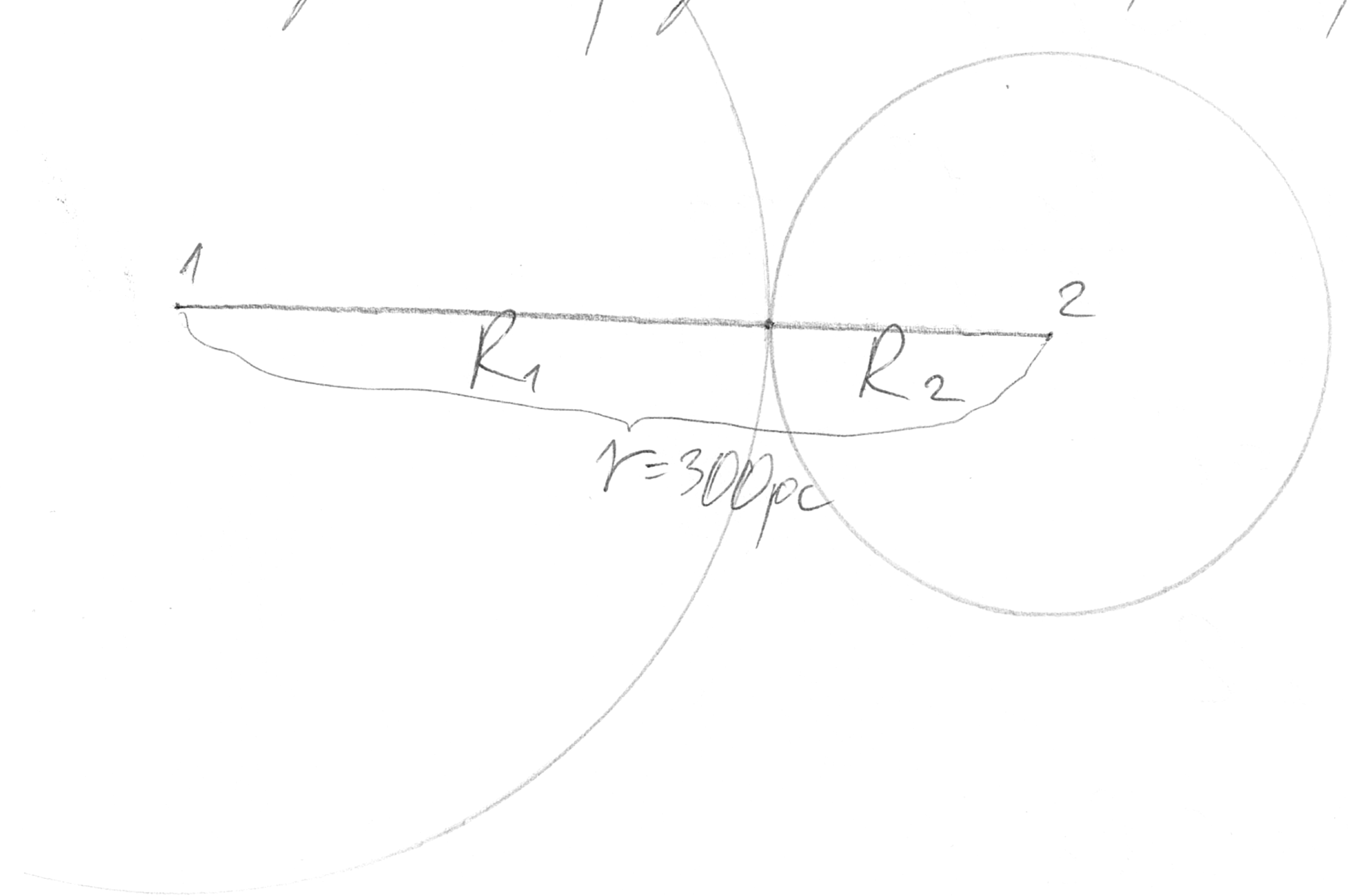
⇒ Около 33584 деца могат да попаднат под действ[illegible]

[illegible] рано затъмнение

Белова

Задача 4

Нека при срещата на двата фронта първият е изминал разстояние $R_1$, а вторият - $R_2$.




Нека приемем, че ~~звез~~ свръхнова 1 е по-мощната от двете. Нека тя има мощност $P_1$, а свръхнова 2 има мощност $P_2$.

$$P_1 = \frac{E_1}{t} \qquad P_2 = \frac{E_2}{t}$$

$$P_1 = 32 . P_2$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{E_1}{\cancel{t}}}{\frac{E_2}{\cancel{t}}} = \frac{E_1}{E_2} = 32$$

$$\Rightarrow E_1 = 32 . E_2$$

$$R(t) \sim E^{\frac{1}{5}} . t^{\frac{2}{5}}$$

$$\Rightarrow R(t) \sim \sqrt[5]{E . t^2}$$

$$\Rightarrow R(t)^5 \sim E . t^2$$

$$\Rightarrow \frac{R_1^5}{R_2^5} = \frac{E_1 . t^2}{E_2 . t^2} = 32$$

$$\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^5 = 2^5$$

$$\frac{R_1}{R_2} = 2$$

$$\Rightarrow R_1 = 2 . R_2$$

$$r = R_1 + R_2 = 300pc$$

$$\Rightarrow 3 . R_2 = 300pc$$

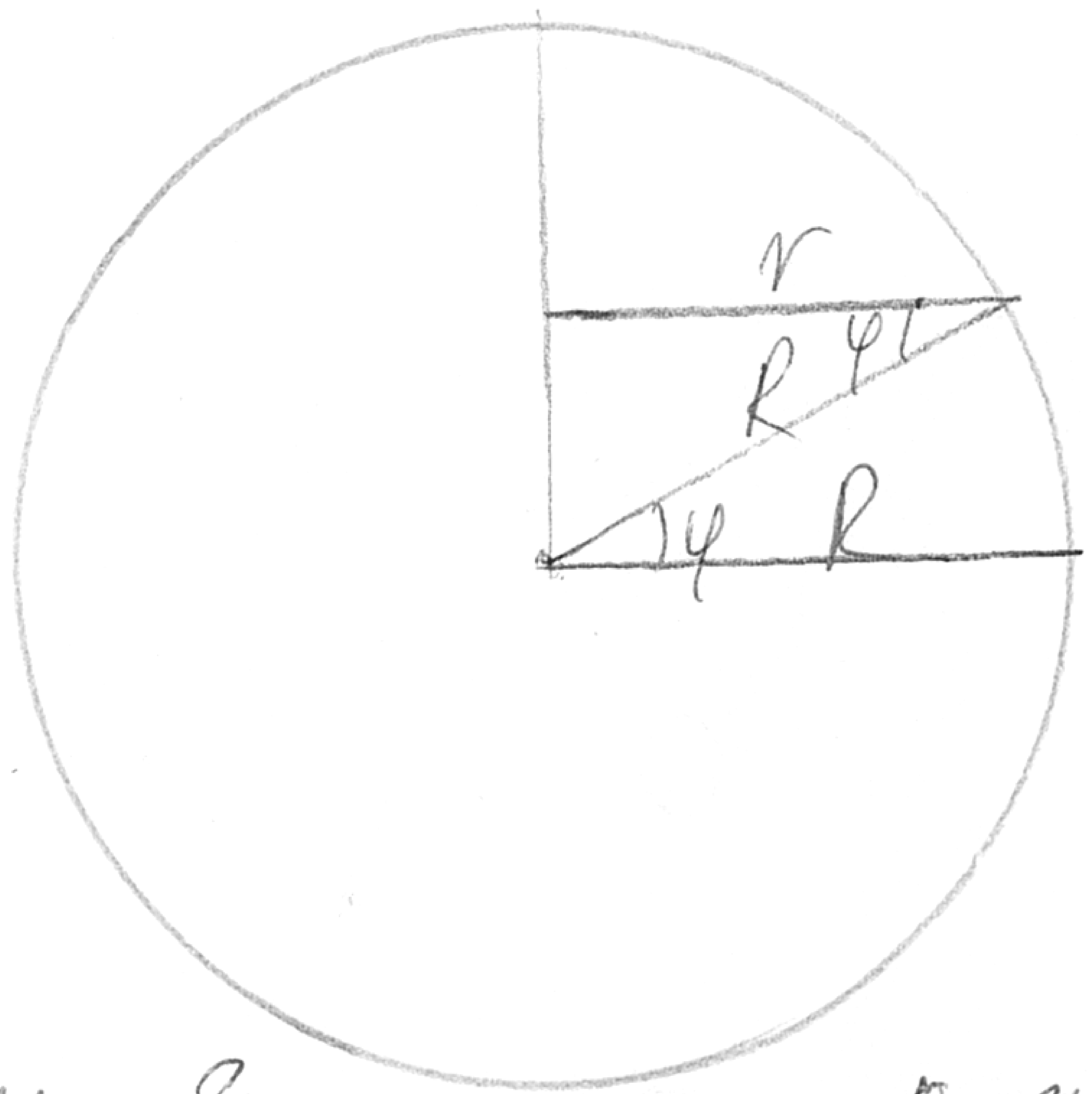
$$R_2 = 100pc$$

$$R_1 = 200pc$$

$\Rightarrow$ Фронтовете на ударните вълни ще се срещнат на разстояние 200pc от по-мощната свръхнова.

Белова

Задача 5



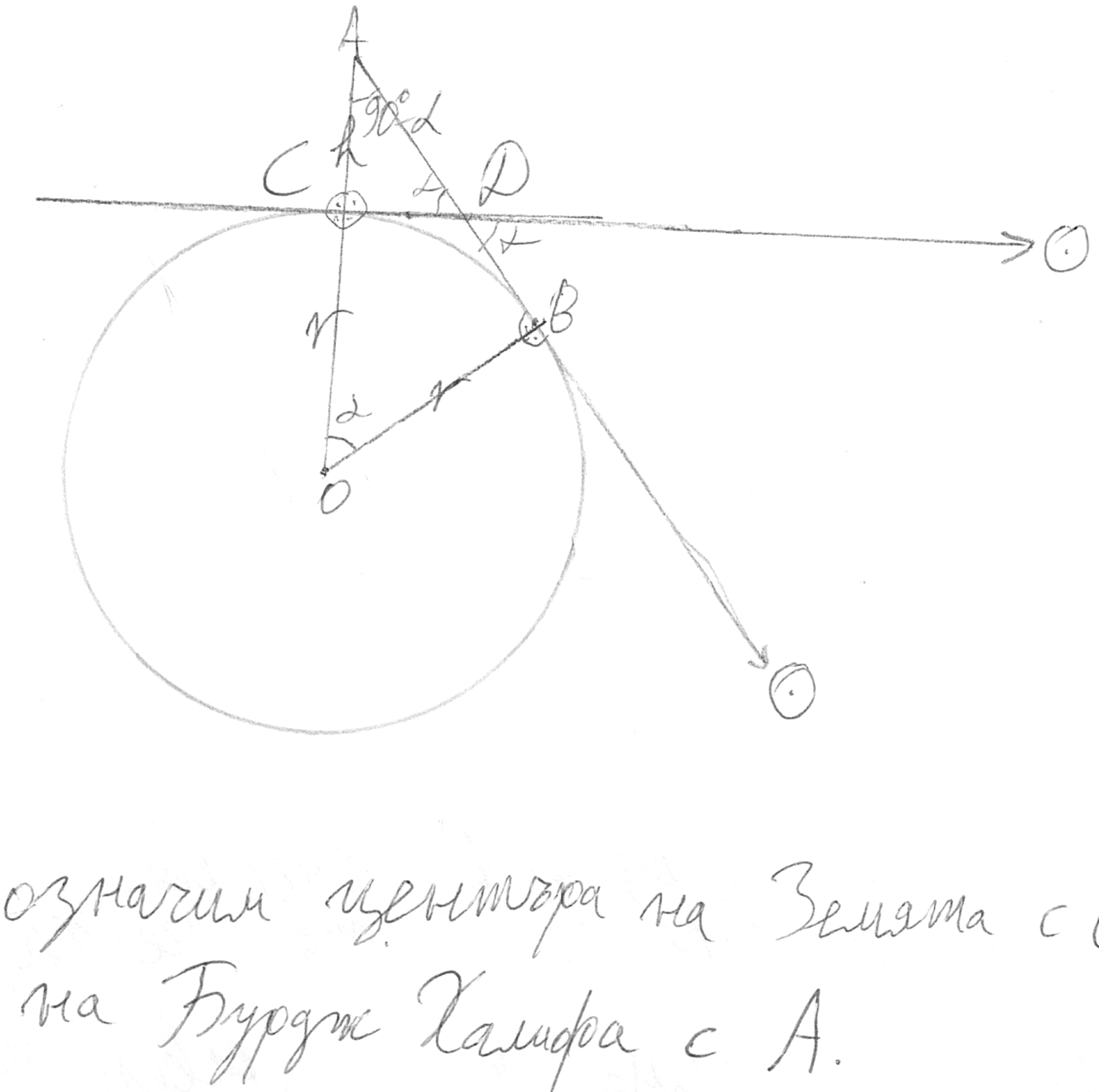

Нека Земята има радиус $R \approx 6400$ km.
От чертежа горе се вижда, че паралелът с ширина $\varphi$ има радиус, равен на:
$r = \cos\varphi \cdot R$
Нека начертаем правоъгълен триъгълник с ъгъл 25°


Измерваме, че $\cos 25^\circ \approx \frac{9}{10} = 0{,}9$.

$\Rightarrow r = \cos\varphi \cdot R$ ~~≈ 0,0.6~~ $=$

$= \cos 25^\circ \cdot 6400 \approx$

$\approx 0{,}9 \cdot 6400 = 5760$ km




Нека означим центъра на Земята с О, а върха на Бурдж Халифа с А.

Нека спуснем допирателна от т. А до земната повърхност, която я допира в точка В.

Тази допирателна е математическият хоризонт за точка А.

Нека ~~Сь~~ хоризонтът за основата на кулата (т. С) и за върха ѝ сключват ъгъл $\alpha$.

Нека двата хоризонта се пресичат в т. D.

От чертежа се вижда, че:

$$\angle CDA = \alpha$$

$$\Rightarrow \angle CAD = 180^\circ - \cancel{80^\circ} \angle ACD - \angle CDA =$$

$$= 180^\circ - 90^\circ - \alpha = 90^\circ - \alpha$$

$$\Rightarrow \angle BOC = 180^\circ - \angle OBA - \angle OAB =$$

$$= 180^\circ - 90^\circ - (90^\circ - \alpha) = \alpha$$

Белова

Задача 5 - продължение

Нека височината на кулата е $AC = h$.

$h = 442\ m = 0{,}442\ km$

От Питагоровата теорема за $\triangle AOB$:

$AO^2 = AB^2 + BO^2$

$\Rightarrow AB^2 = AO^2 - BO^2 =$

$= (r+h)^2 - r^2 =$

$= \cancel{r^2} + 2.r.h + h^2 - \cancel{r^2} =$

$= 2.r.h + h^2$

$\Rightarrow AB = \sqrt{2.r.h + h^2}$

$h \ll r$

$\Rightarrow AB \approx \sqrt{2.r.h} =$

$= \sqrt{2.5760.0{,}442} =$

$= \sqrt{5091{,}84} \approx$

$\approx 71\ km$

$\sin\alpha = \dfrac{AB}{AO} \approx \dfrac{71}{5760}$

$\sin\alpha \approx \alpha\,[rad]$

$1\ rad = \dfrac{180^\circ}{\pi} \approx 57{,}3^\circ$

$\Rightarrow \dfrac{\alpha[^\circ] . \pi}{180^\circ} = \dfrac{71}{5760}$

$$\Rightarrow \frac{\alpha[^\circ]}{57,3} = \frac{71}{5760}$$

$$\alpha \approx 0,71^\circ$$

$\Rightarrow$ За наблюдател от Бурдж Халифа видимият път на Слънцето през деня из е с $2.\alpha$ по-дълъг.

Слънцето изминава тези $2.\alpha \approx 1,42^\circ$ за:

$$t = \frac{2.\alpha}{360^\circ} . 86400\,s = \cancel{2.\alpha.2880} = 2.\alpha.240 = 480.\alpha$$

$$\Rightarrow t \approx 340,8\,s = 5\ мин\ 40,8\,s$$

$\Rightarrow$ Разликата в дневното осветяване е около 5 мин 40,8 s, като в ресторанта то е по-дълго.

Има разлика в рефракцията в ресторанта и на морското равнище, но тя е пренебрежимо малка и няма да влияе много на резултата.

Чернова

Задача 1

$C = 60\,000 km$

$2 \cdot \pi \cdot R = 60000$

$T = 27{,}3 d$

$\left( \delta = \frac{1738 \cdot 2 \cdot 206265''}{384000} \approx \frac{1738 \cdot \cancel{400000}}{\cancel{400000}} = 1738'' \right)$

$\delta \approx 30'$

$C_\oplus = 40000 km \Rightarrow R = \frac{3}{2} \cdot R_\oplus \approx \frac{3}{2} \cdot 6400 =$

$R = 9600 km$

$g = \frac{G \cdot M_\oplus}{R_\oplus^2} = \frac{G \cdot M}{R^2}$

$\Rightarrow \frac{M_\oplus}{R_\oplus^2} = \frac{M}{\frac{9}{4} R_\oplus^2}$

$M_\oplus = \frac{4}{9} \cdot M \Rightarrow M = \frac{9}{4} \cdot M_\oplus \approx \frac{9}{4} \cdot 6 \cdot 10^{24} =$

$= 13{,}5 \cdot 10^{24} kg$

$\frac{2 R_{мп}}{r - R} = \frac{2 \cdot R_{П}}{r_П - R_\oplus}$

$$R_{мп} = \frac{R_{☾} \cdot (r - R)}{(r_{☾} - R_{\oplus})} =$$

$$= \frac{1738 \cdot (r - 9600)}{384000 - 6400}$$

$5214000 : 7552 = 690$

$\boxed{690\,km}$

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{G \cdot M}{4 \cdot \pi^2}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \cdot \pi^2}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{\frac{20}{3} \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 745{,}29}{4 \cdot \frac{484}{49}}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{9 \cdot 10^{14} \cdot 49 \cdot (27{,}3)^2}{44^2}}$$

$$\frac{3 \cdot 7 \cdot 27{,}3}{44} = \frac{573{,}3}{44} \approx 13{,}0$$

$$r = \sqrt[3]{(13{,}0)^2 \cdot 10^{14}} = 10^4 \cdot \sqrt[3]{26{,}1^2 \cdot 10^2} \approx$$

$$\approx 10^4 \cdot 41 = 410000\,km$$

$16^3 = 1658{,}4$

$r = \sqrt[3]{13^2 \cdot 10^{14}} = 10^4 \cdot \sqrt[3]{130^2} = 10^4 \cdot \sqrt[3]{16900} \approx$

$\approx 16 \cdot 10^4 = 160000\,km$

$R_{мп} \approx \frac{1738 \cdot 160000}{377600} = \frac{1738 \cdot 3000}{7552} = \frac{5214}{7552} \cdot 1000$

$$R_{мп} = \frac{1738 \cdot 400040}{377600} \approx \frac{695200000}{377600} \approx 1841\,km$$

$6952000 : 3776$

$1738000 : 944$

$434500 : 236$

$108625 : 59 = 1$

$261 \cdot 261 = 68121$

$40^3 = 64000$

$41^3 = 1681 \cdot 41 = 68921$

$27{,}3 \cdot 27{,}3 = 745{,}29$

$\left(\frac{22}{7}\right)^2 = \frac{484}{49}$

$42 \cdot 27{,}3 = 1146{,}6$

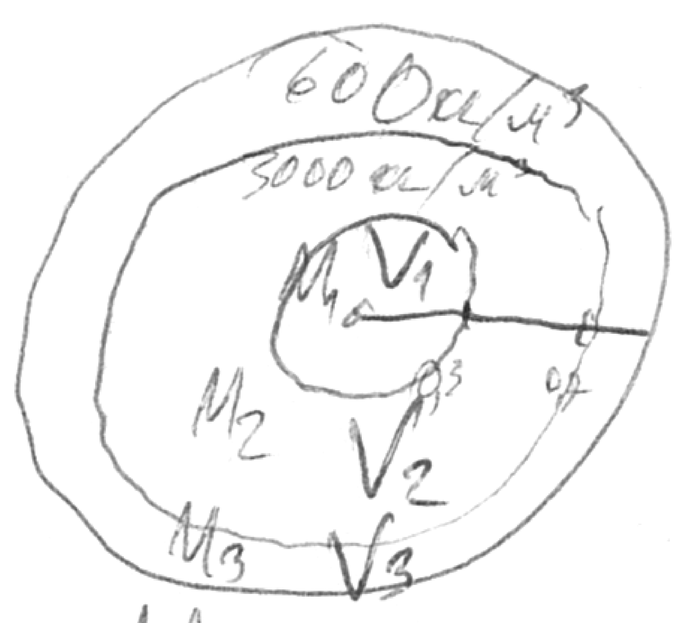
$573{,}3$

$1146{,}6 : 44 = 26$

$\approx 26{,}1$

Чернова

Задача 2




$\rho_{ср.} = 1530$ кг/м³

$\rho_{ср.} = \frac{M}{V} = 1530$ кг/м³ $\quad \rho_2 = \frac{M_2}{V_2} = 3000$ кг/м³ $\quad \rho_3 = \frac{M_3}{V_3} = 600$ кг/м³

$V_1 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0,3 \cdot R)^3 = 0,027 \cdot V$

$V_2 = (0,343 - 0,027) \cdot V = 0,316 \cdot V$

$V_3 = (1 - 0,343) \cdot V = 0,657 \cdot V$

$\frac{M_2}{0,316 \cdot V} = 3000 \qquad \frac{M_3}{0,657 \cdot V} = 600$

$\Rightarrow \frac{M_2}{V} = 316 \cdot 3 = 948 \qquad \Rightarrow \frac{M_3}{V} = 65,7 \cdot 6 = 394,2$

$948,0 + 394,2 = 1342,2$

$1530,0 - 1342,2 = 187,8$

$\frac{M_1}{V} = 1530 - (948 + 394,2) = 1530 - 1342,2 =$

$= 187,8$

$\frac{M_1}{V_1} = \frac{M_1}{0,027 \cdot V} = \frac{187,8}{0,027} = \frac{187800}{27}$

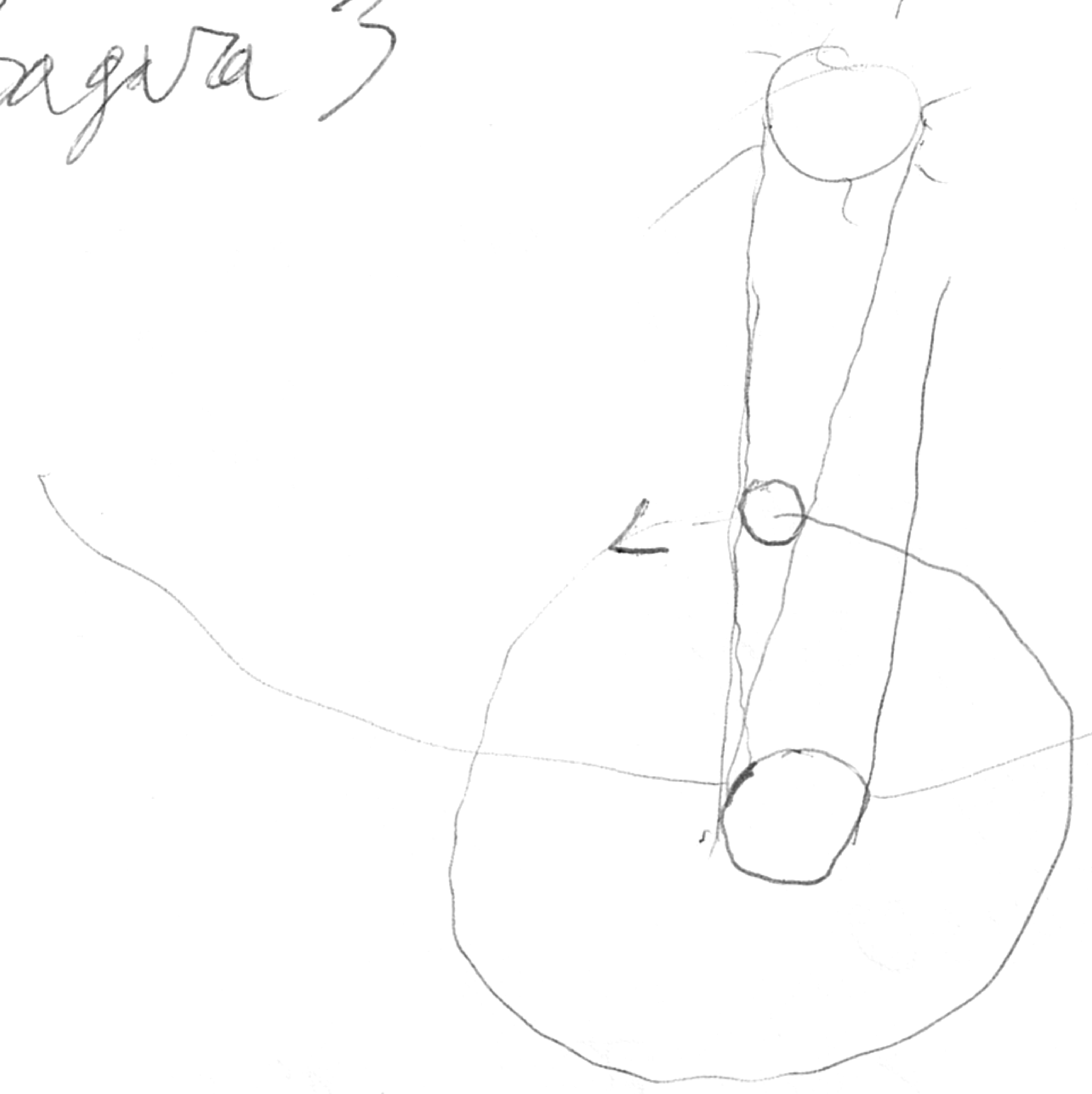
$187800 : 27 = 62600 : 9 = 6955,55\ldots$

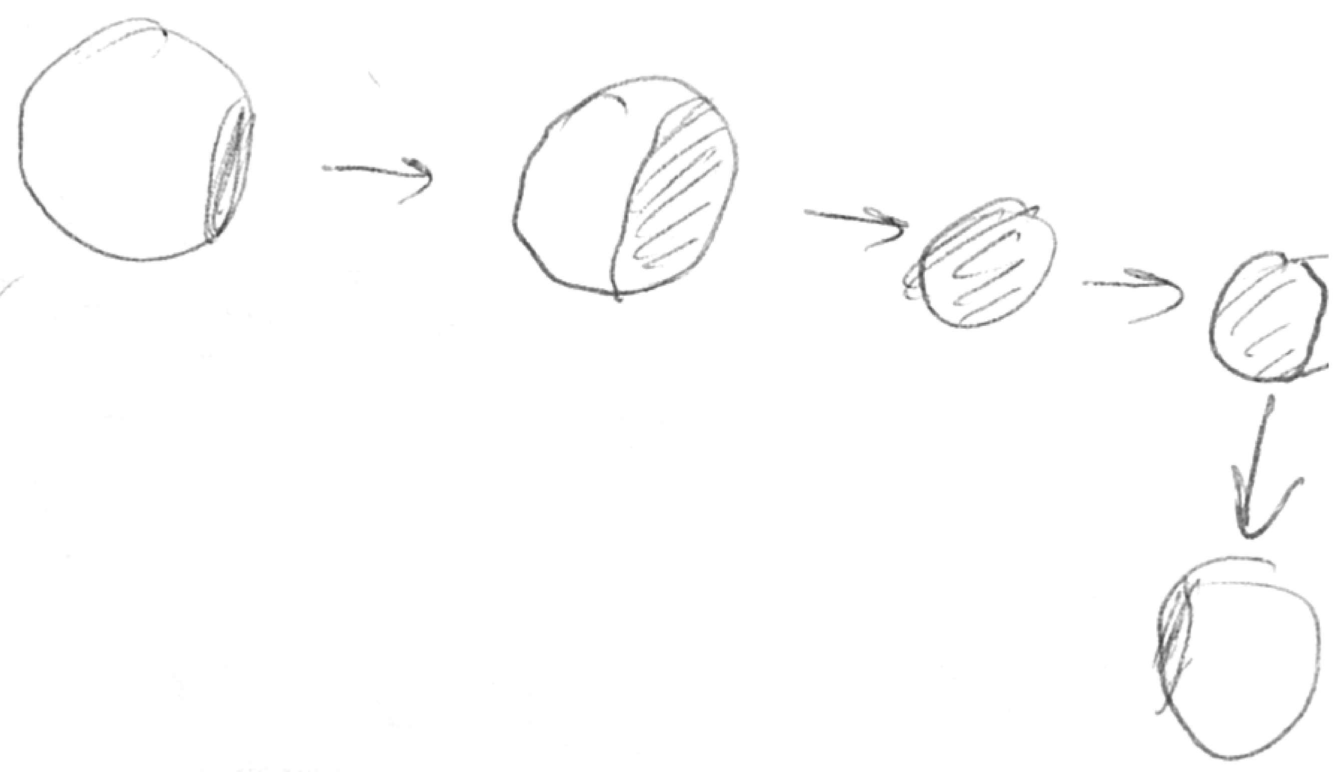
54
86
81
50
45
50
45
5

$\approx 6956$ к

Чернова

Задача 3





$\delta_\odot \approx 31' \approx \delta_☾$

$$\omega_☾ = \cancel{\frac{2\pi \cdot N_☾}{\varphi_☾}} \quad \frac{360^\circ}{T_☾} = \frac{360^\circ}{27{,}3d}$$

$\frac{3{,}65}{}$

$\frac{99}{100}$

$365 - 3{,}65 = 361{,}6$

$$\omega_\odot = \frac{360^\circ}{T_\oplus} \approx 1^\circ/ден \Leftrightarrow \approx 2''/час$$

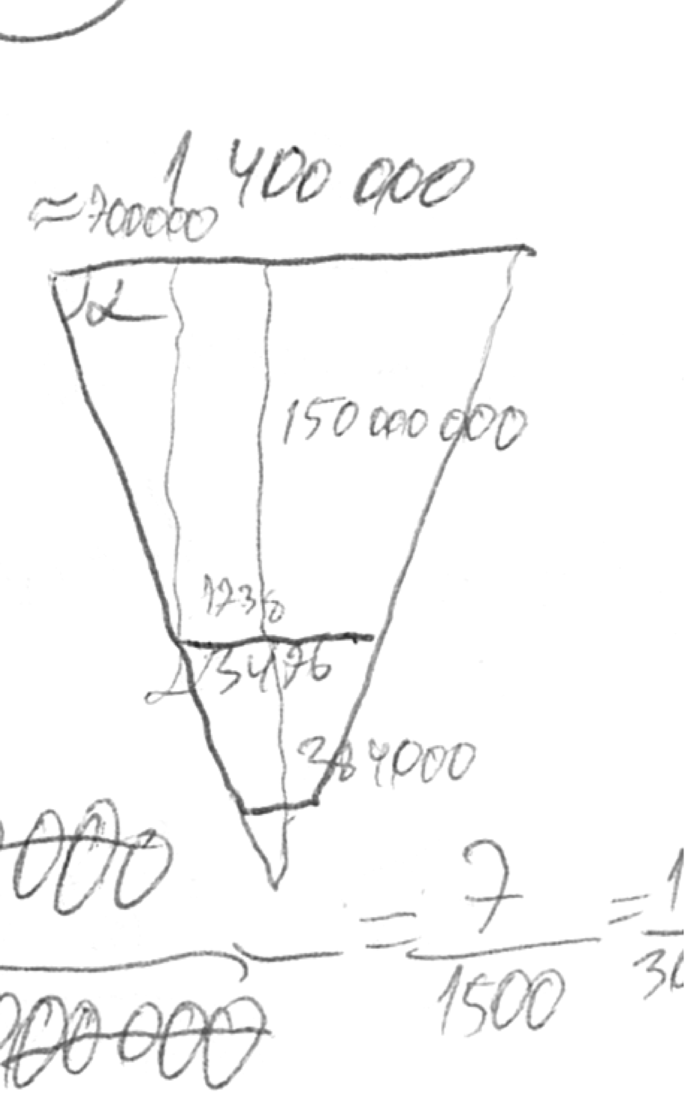
пренебрежимо мал...

$360 : 27{,}3 = 3600 : 273 = 13{,}186 \approx 13{,}19^\circ/ден$

```
 3600 : 273 = 13,186
-273
  870
 -819
   510
  -273
   2370
  -2184
    1860
   -1638
     222
```

$$\omega = \frac{13{,}19 \cdot \cancel{60}\,5}{\cancel{24}\,2} = \frac{131{,}9}{4} \approx 32{,}9'/h$$

$\Rightarrow 2h$




$$\cot g\ \cancel{\cos}\ \alpha \approx \frac{\cancel{700000}}{150\cancel{000000}} = \frac{7}{1500} = \frac{1}{...}$$

$$\cot\angle = \frac{1738}{384000} \overset{?}{=} \frac{14}{3000}$$

$$\frac{1738}{384} \overset{?}{=} \frac{14}{3} \qquad \frac{14}{\cancel{3}} \cdot \overset{128}{\cancel{384}} = 128 \cdot 14$$

$512 + 128 = 1792$ ✓

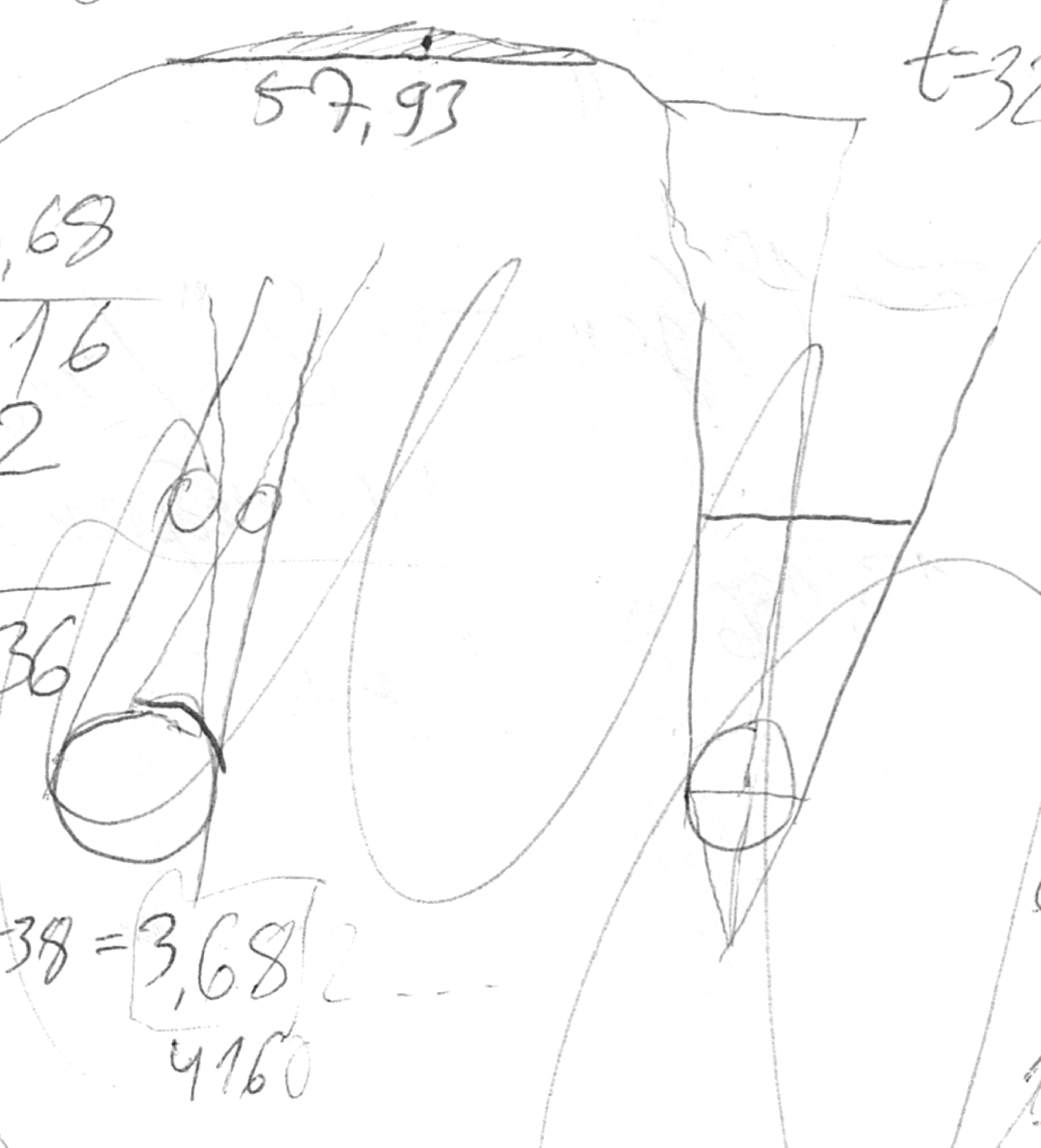
$$\cot\alpha = \frac{\frac{1}{2}x}{6400} = \frac{1738}{384000}$$

$160000000 : 4383 = 36504$

$$\frac{x}{12800} = \frac{1738}{384000}$$

$$\frac{x}{128} = \frac{1738}{3840} \Longleftrightarrow \frac{x}{32} = \frac{1738}{960} \Longrightarrow x = \frac{1738}{30} \approx 173{,}8 : 3 = 57{,}933\ldots$$

−13149, 28510, −26298, 22120, −21915, 20500, −17532, 29680




$t = 32{,}9$ min $\Longrightarrow \frac{32{,}9}{24{,}60} \cdot \frac{250}{\cancel{4000}}\ 40000 = \frac{32900}{36}$

$32900 : 36 = 8225 : 9 = 913{,}89$

81, 12, −9, 35, −27, 80, −72, 80

913,89 km

$18252 \cdot 3{,}68$

146016
+109512
54756
6716736

$\boxed{33584}$

$6400 : 1738 = \boxed{3{,}68}$ ...

5214, 11860, −10428, 14320, 13904, 4160, 6400 ≈ 1738

$$\frac{r_{\oplus\odot}}{R_\odot} = \frac{r_{\oplus ☾}}{\frac{x}{2}}$$

~~1500 0000~~ ~~7 00 000~~

$$\frac{1500}{7} = \frac{384000 \cdot 2}{x}$$

$$x = \frac{\overset{256}{\cancel{3840}} \cdot 2 \cdot 7}{\cancel{15}} = 512{,}7$$

$3{,}68 + 1 = 4{,}68$ $t = 2\ h \Longrightarrow$

$1^h$, за да мине през себе си

~~3168.18~~ 1 гр $= 365{,}25 \cdot 24 = (4 \cdot 365 + 1)_6 = (1460 + 1)_6 = 1461_6\ h =$
$= 8766\ h$

$\Longrightarrow \frac{160000000}{4383} \approx 36504$ деца $\Longrightarrow$ около ~~18252~~ 33584 момичета

Чернова

Задача 4


$$R(t) \sim E^{\frac{1}{5}} \cdot t^{\frac{2}{5}}$$

$$\Rightarrow R \sim \sqrt[5]{E \cdot t^2} \Leftrightarrow R^5 \sim E \cdot t^2$$


$r = r_1 + r_2 = 300pc$

$$P_1 = \frac{E_1}{t} \qquad P_2 = \frac{E_2}{t}$$

$$P_1 = 32 \cdot P_2 \Rightarrow E_1 = 32 \cdot E_2$$

$$\cancel{R^5 \sim 32Et^2}$$

$$\frac{R_1^5}{R_2^5} = \frac{E_1 \cdot \cancel{t^2}}{E_2 \cdot \cancel{t^2}} = 32$$

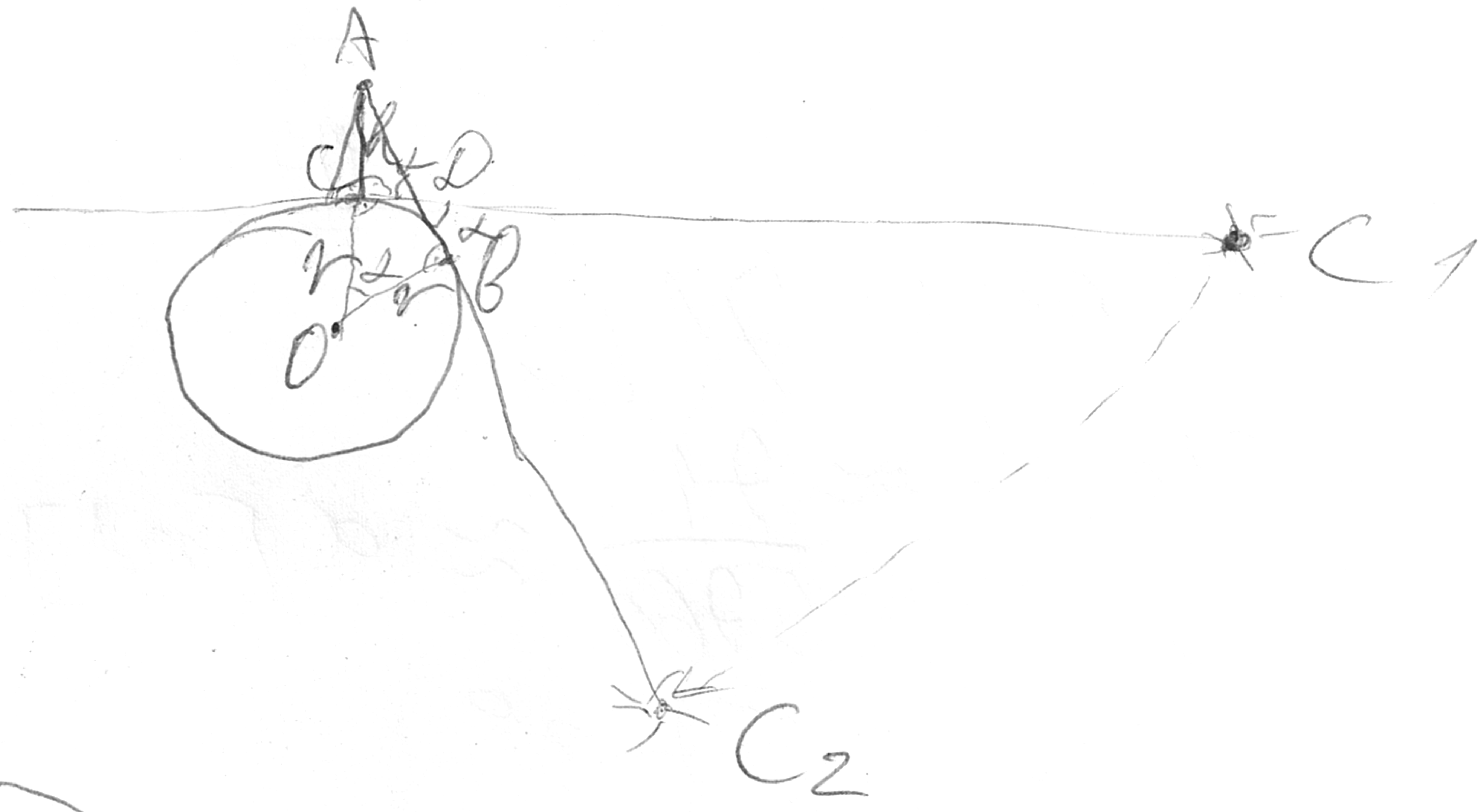
$$\Rightarrow R_1 = 2 \cdot R_2 = 200pc$$

$$\Rightarrow \text{на } 200pc$$

Чернова

Задача 5

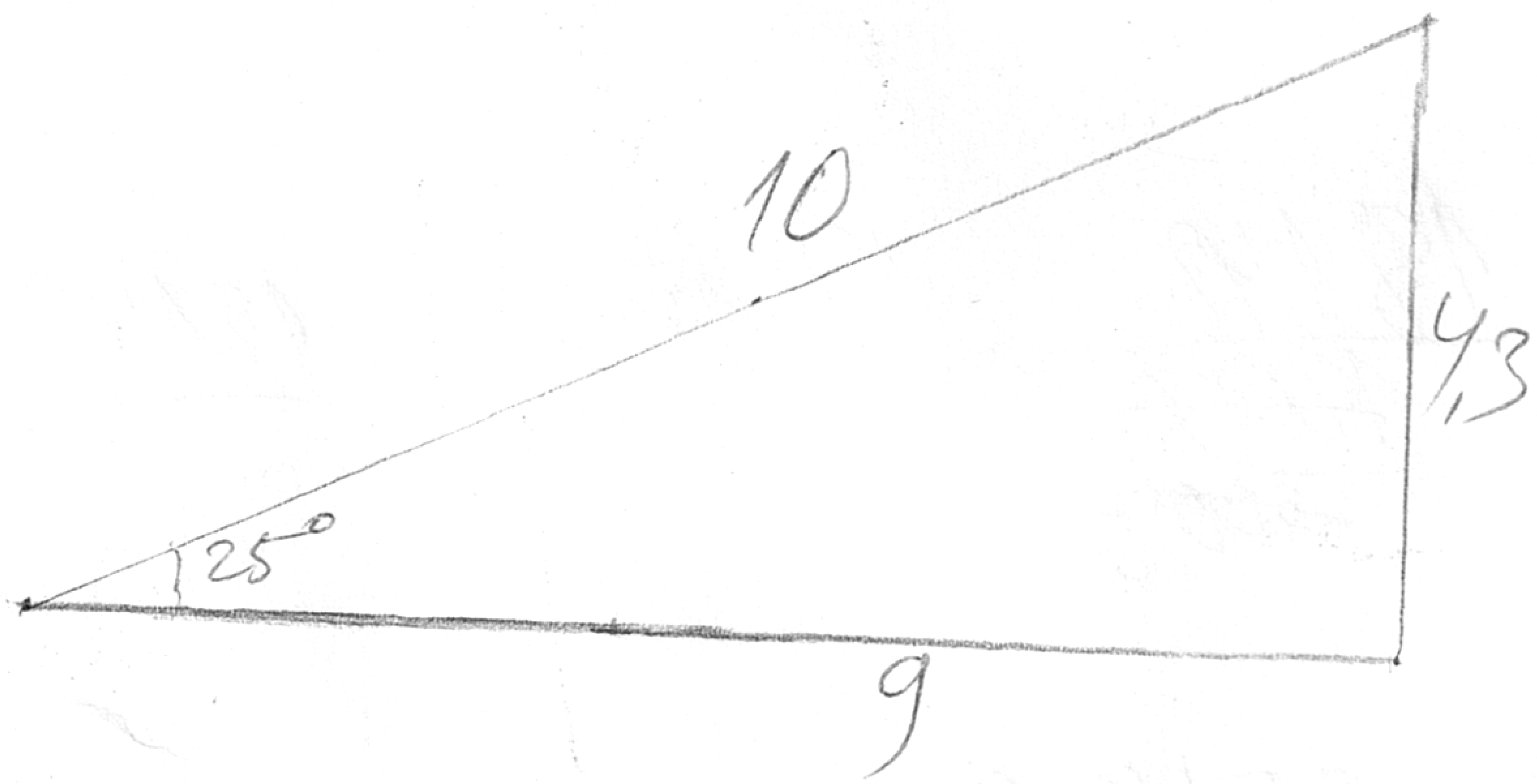
$\varphi = 25^\circ$ $\quad R = 442$ м





$r = \cos\varphi \cdot R$

$\cos 25^\circ = ?$


$\cos\varphi = \frac{9}{10} = 0{,}9$

$\Rightarrow r = 0{,}9 \cdot 6400 = 9 \cdot 640 = 5760$ км

$\cos\alpha = \frac{r}{r+R} = \frac{5760}{5760{,}442}$

$\cancel{\cos\alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}}$ $(5760{,}442)^2 \approx$

$\approx 5760^2 + 2 \cdot 5760 \cdot 0{,}442 + (0{,}442)^2$

$\Rightarrow$ другият катет $AB \approx \sqrt{2 \cdot 5760 \cdot 0{,}442}$

$$\begin{array}{r} 11520 \cdot 0{,}442 \\ \hline 23040 \\ +\;46080 \\ 46080 \\ \hline 5091{,}840 \end{array}$$

$4068{,}3 : 5760 = 0{,}706 \approx$

$$\begin{array}{r} -40320 \\ \hline 36300 \\ -34560 \\ \hline 1740 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 71 \cdot 71 \\ \hline 71 \\ +\;497 \\ \hline 5041 \end{array}$$

$\Rightarrow$ около 71 km

$$\begin{array}{r} 57{,}3 \cdot 71 \\ \hline 573 \\ +\;4011 \\ \hline 4068{,}3 \end{array}$$

$\sin\alpha \approx \frac{71}{5760} \approx \alpha\,[\mathrm{rad}]$

$\frac{4068{,}3}{5760}$

$1\,\mathrm{rad} \approx 57{,}3^\circ$

$\frac{\alpha}{57{,}3} = \frac{71}{5760} \Rightarrow 100 \cdot \alpha = 71$

$\alpha \approx 0{,}71^\circ$

$180^\circ \to 12^{h}$

$181{,}42^\circ \to \frac{18142}{\cancel{18000}_{\cancel{300}\,5}} \cdot 12 \cdot \cancel{60} \cdot \cancel{60} = \frac{18142 \cdot 24}{10}$

$$\begin{array}{r} 18142 \cdot 24 \\ \hline 72568 \\ +\;36284 \\ \hline 435408 \end{array}$$

$\Rightarrow 43540{,}8\,s$

$43540{,}8 : 60 = 725{,}68$

$$\begin{array}{r} -420 \\ \hline 154 \\ -120 \\ \hline 340 \\ -300 \\ \hline 408 \\ -360 \\ \hline 480 \\ -480 \\ \hline 0 \end{array}$$

43200 s

340,8 s разница

(5 min 40,8 s)