Лист 1 Бел - 11

№1 9 кл.

Дано:
$h = 40^\circ$
$R_\oplus = 6400$ км

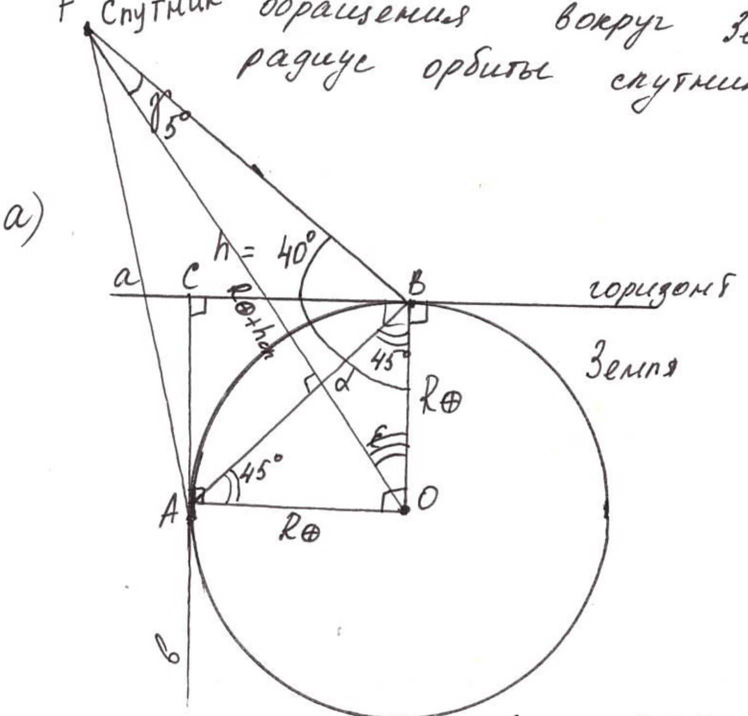
$T - ?$

$N_{min} - ?$

Решение:

1. по рисунку(а) $h_{сп}$ - действительная высота спутника. Для того, чтобы рассчитать период T обращения вокруг Земли, нужно найти радиус орбиты спутника $R_{сп} = R_\oplus + h_{сп}$

а)



2. Треугольник AOB равнобедренный, $\angle BOA = 90^\circ$ ($OB \perp a$, $OA \perp b$, $AC \perp a$ $\longrightarrow \angle ACB = \angle CBO = \angle BOA = 90^\circ$), $BO = CB = AO = AC = R_\oplus \rightarrow ACBO$ - квадрат. AB - диагональ квадрата $\Longrightarrow \angle ABO = \angle BAO = 45^\circ$.

3. $\angle\alpha = 40^\circ + 90^\circ = 130^\circ$, $\angle\varepsilon = 45^\circ \Longrightarrow$ из ΔOFB $\angle\gamma = 180^\circ - 130^\circ - 45^\circ = 5^\circ$

4. По теореме синусов:

$$\frac{R_\oplus + h_{сп}}{\sin 130^\circ} = \frac{R_\oplus}{\sin 5^\circ} \qquad R_{сп} = 64000 \text{ км}$$

$$\frac{R_{сп}}{\sin 130^\circ} = \frac{R_\oplus}{\sin 5^\circ}$$

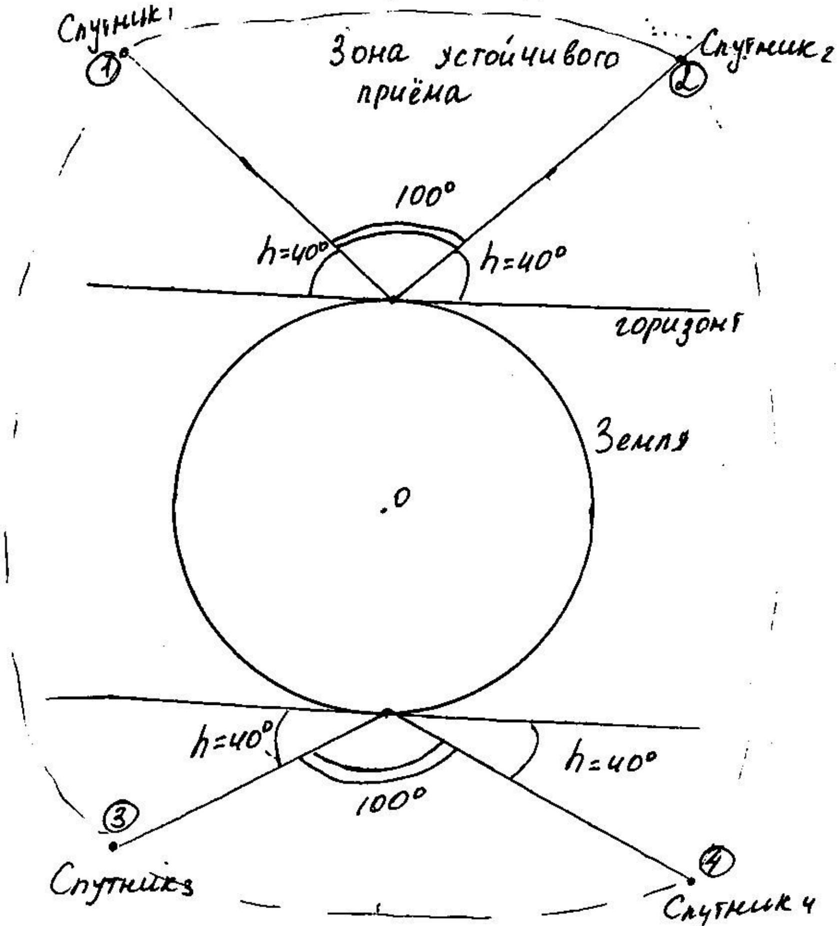
$$R_{сп} = \frac{R_\oplus \cdot \sin 130^\circ}{\sin 5^\circ}$$

5.

$$T = \frac{2\pi R_{сп}}{v_{сп}} = \frac{2\pi R_{сп}}{\sqrt{\frac{GM_\oplus}{R_{сп}}}} = 2\pi R_{сп} \cdot \sqrt{\frac{G R_{сп}^3}{GM_\oplus}} = 2\pi \sqrt{\frac{R_{сп}^3}{GM_\oplus}} = 162000 с = 45 ч$$

6. Для того, чтобы найти минимальное количество спутников, сделаю следующий рисунок(б):

б)



минимальная высота, на которой может находиться спутник =40°. Значит, ~~сп~~ данный объект может находиться и по другую сторону горизонта (Спутник 2). Угол между ними составляет 180°-80° = 100°. Такая ситуация может происходить в положениях 3,4. В результате получается, что минимальное количество спутников $N_{min} = 4$.

Ответ: $T = 45$ч, $N_{min} = 4$.

Лист 3

Бел-11

9 кл.

№5

Дано:

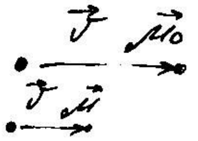
$m_0 = 7^m$

$\mu = \frac{\mu_0}{4}$

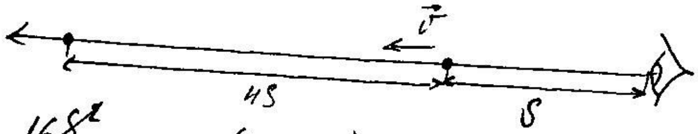
$m - ?$

Решение:

1. Т.к. полная скорость v звезды оставалась постоянной, то можно сделать вывод, что её собственное движение μ изменялось за счёт удаления от наблюдателя:



2. По формуле Погсона отношение обратных фотометрических квадратов расстояний равно 10 в степени 0,4, умноженное на изменение Δm $(m - m_0)$. Обратное отношение квадратов расстояний равно 16, т.к. звезда отдаляется от нас на длину пути, которое в 4 раза больше начального расстояния от звезды



$$\frac{16S^2}{S^2} = 10^{0,4(m - m_0)}$$

$$\lg(16) = \lg(10^{0,4(m-m_0)})$$

$$1{,}2 = 0{,}4m - 0{,}4m_0$$

$$m = \frac{1{,}2 + 0{,}4m_0}{0{,}4}$$

$$m = 10^m$$

Ответ: 10^m.

Бел-11
9 кл.

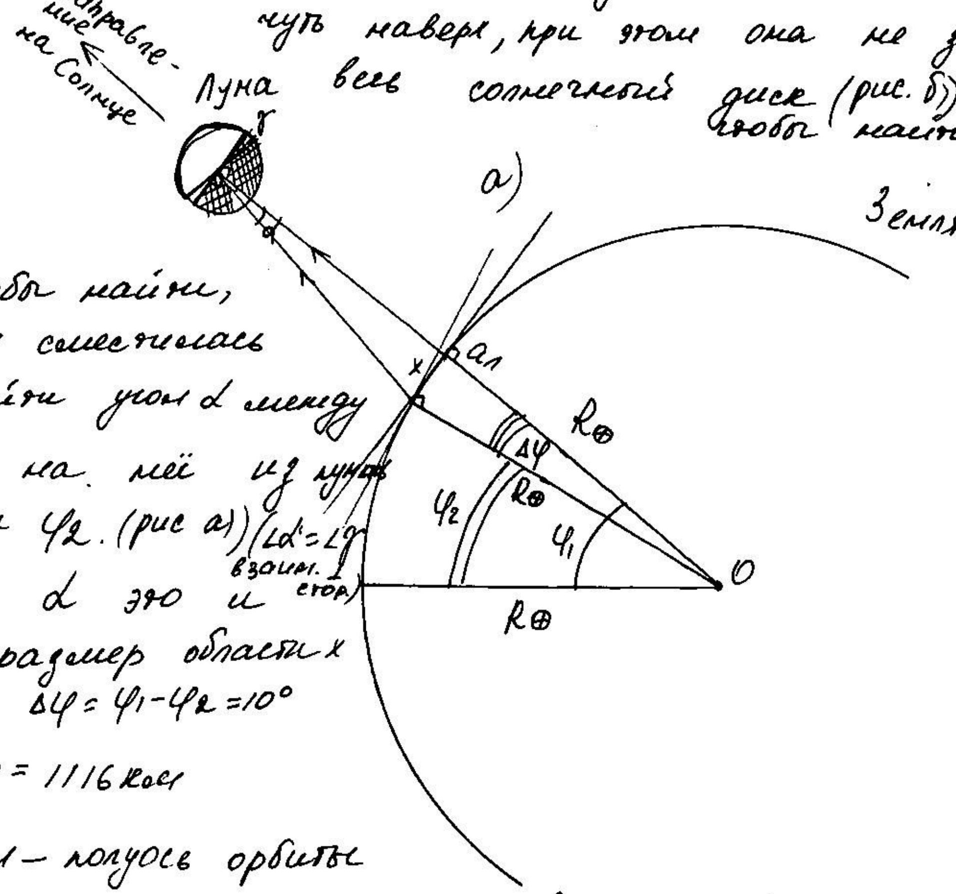
№ 3

Дано:
$\varphi_1 = 40°$ с.ш.
$\lambda_1 = 30°$ в.д.
$\varphi_2 = 30°$ с.ш.
$\lambda_2 = 30°$ в.д.

Φ_{max} - ?

Решение:

1. Солнечное затмение на Геллеспонте было полным, значит угловые размеры Луны $\rho_☾$ и Солнца $\rho_\odot$ были одинаковыми, фаза затмения равна 1. В Александрии оно было частным, т.к. Луна из-за изменения широты места наблюдения сместилась на небе чуть наверх, при этом она не закрывала весь солнечный диск (рис. б)) Для того, чтобы найти фазу на $\varphi_2 = 30°$, нужно найти, на какой угол сместилась Луна.

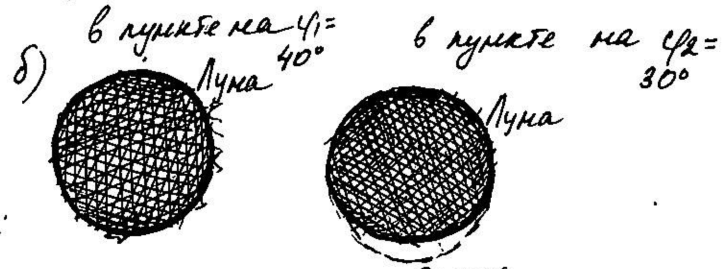


2. Для того, чтобы найти, на какой угол сместилась Луна, нужно найти угол α между направлениями на неё из пунктов с широтами φ_1 и φ_2. (рис а)) ($\angle\alpha' = \angle\varphi$ взаим. стор.)
Данный угол α это и есть угловой размер области x на Земле. $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 10°$

$$x = \frac{\pi R_\oplus}{180°} \cdot \Delta\varphi = 1116 \text{ км}$$

$$\alpha = \frac{x}{a_☾}$$, $a_☾$ — полуось орбиты Луны

$$\alpha = \frac{x}{a_☾} = 0{,}003 \text{ рад} = 0{,}172°$$



3. Фаза солнечного затмения в Александрии будет равна:

$$\Phi_{max} = 1 - \frac{\alpha}{\rho_\odot} = 1 - \frac{0{,}172°}{0{,}5°} = 0{,}66$$

$$\rho_\odot = \frac{2R_\odot}{a_\oplus} = 32' = 0{,}5°$$

$a_\oplus$ - полуось орбиты Земли, $R_\odot$ - радиус Солнца

Ответ: 0,66.

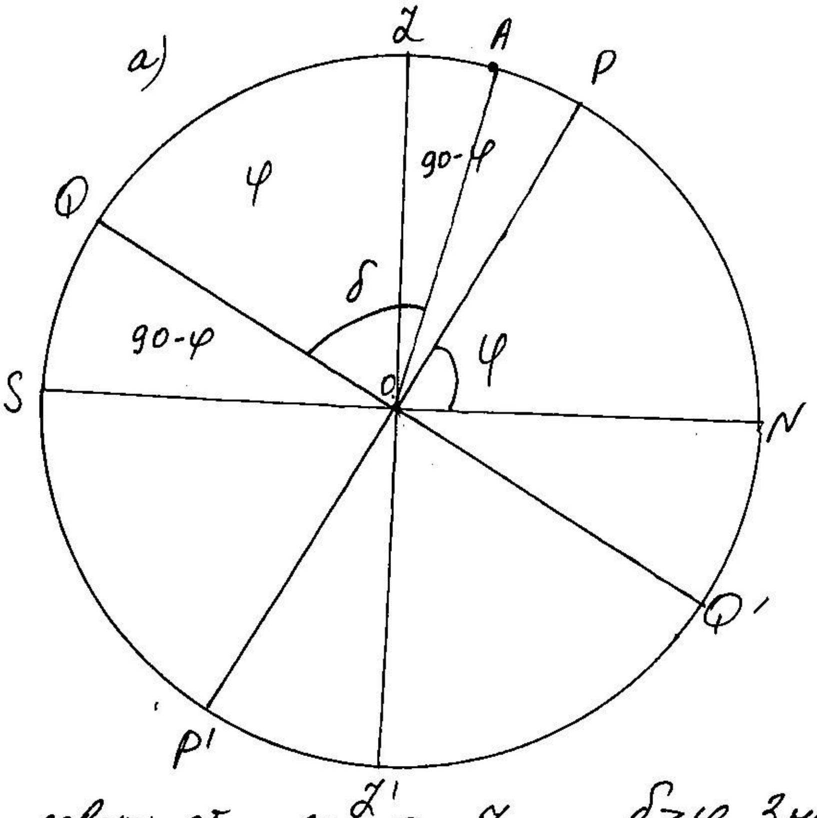
Лист 5 Бел-11

№4 9 кл.

Дано:
$\varphi = 60^\circ$
$h_{в.к}$ к N от Z

N - ?

1. Условие для того, чтобы звезда A (рис а)) куль-



минировала с северу от зенита Z — $\delta \geq \varphi$. Значит, звезда может находиться на дуге $(\smile ZP)$ небесной сферы равной $90-\varphi = 30^\circ$

2. Область, где звезды могут кульминировать к северу и к югу от зенита, равна дуге (SZP) $90-\varphi+\varphi+90-\varphi = 30^\circ+30^\circ+60^\circ = 120^\circ$

3. Чтобы найти, какая часть звёзд будет кульминировать к северу от зенита, нужно найти отношение площадей частей неба, где звёзды находятся в верхней кульминации к северу (S_1) и где по обе стороны от зенита (S_0).

$$N = \frac{S_1}{S_0} = \frac{\frac{4\pi рад^2}{360^\circ} \cdot \smile ZP}{\frac{4\pi рад^2}{360^\circ} \cdot \smile SZP} = \frac{\smile ZP}{\smile SZP} = \frac{30^\circ}{120^\circ} = \frac{1}{4}$$

Ответ: $N = \frac{1}{4}$.

№2

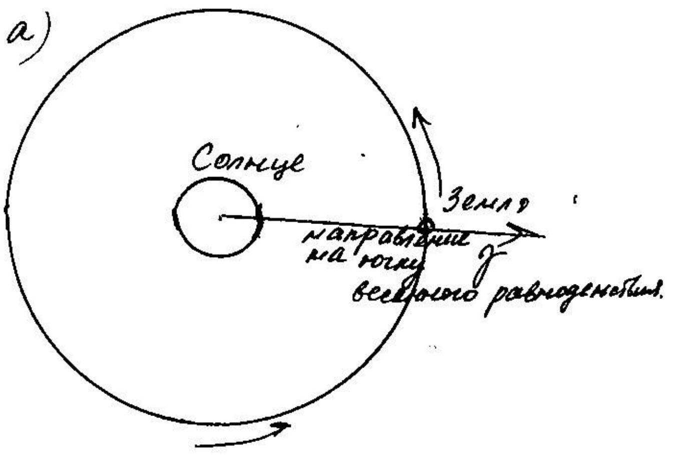
Дано:	Решение:
$T_\oplus = 365$ дн.	
$T_{троп} = 365{,}2419$ дн.	
где взойдет-?	
$\angle\alpha$ между направлениями?	

1) Направление на точку восхода на северном полюсе Земли изменится, т.к. Земля не довернется вокруг Солнца на угол, равный

$\alpha = T_{троп} - T_\oplus = 365{,}2419\text{ дн} - 365\text{ дн} = 0{,}2419\text{ дн} = 6^h = 90^\circ$ (рис. б))

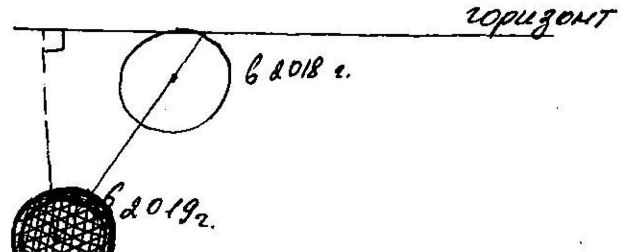
где $T_{троп}$ - время между 2-мя прохождениями Земли через точку весеннего равноденствия. (рис. а)) Изменение направления происходит только засчет движения Солнца по эклиптике на $\varphi = 90^\circ$

а)

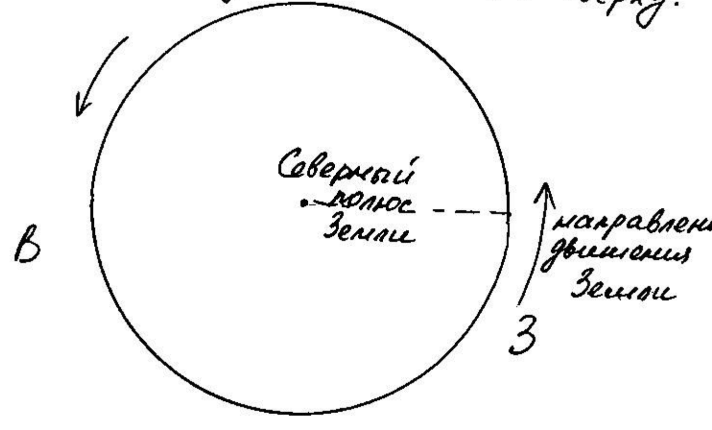


2) Для того, чтобы понять, в какую сторону нужно отсчитывать угол α между направлениями, нужно нарисовать следующий рисунок:

б)



вид на Землю сверху:



Земля вращается с запада на восток, значит, если Земля не довернётся на угол $\alpha = 90^\circ$, то Солнце взойдет западнее → нужно отсчитывать на запад

Ответ: $\alpha = 90^\circ$, на запад.

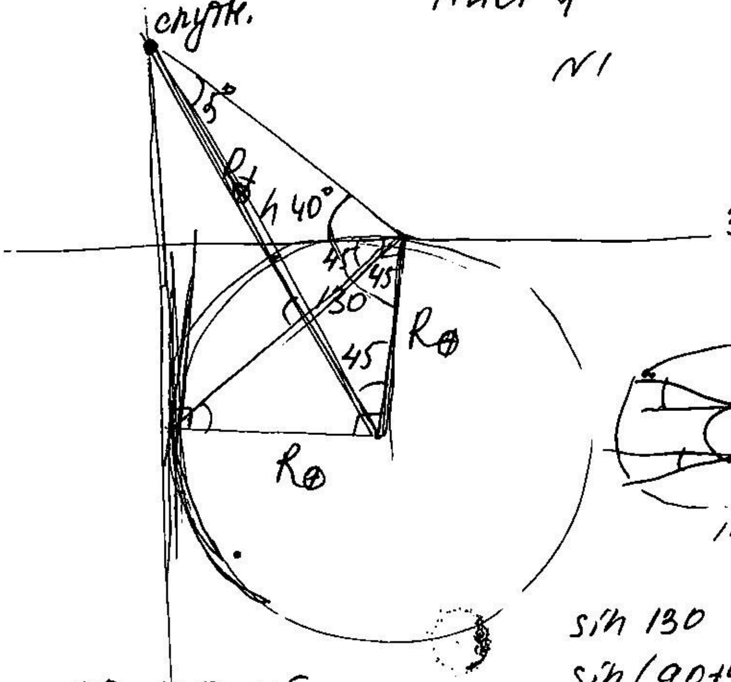
Черновик

Бел-11

9 кл.

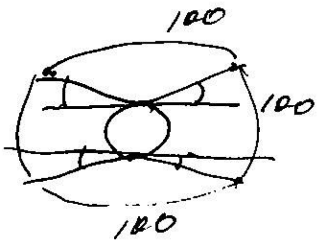
Лист 1

№1



360 - 180

$$\begin{array}{r} 57{,}3 \\ \times\ 6 \\ \hline 342{,}8 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 57{,}3 \\ \times\ 7 \\ \hline 401{,}1 \end{array}$$



$40 : 57{,}3 = 0{,}6$

$\sin 130$

$\sin(90+40)$

$= \cos 40 \approx 0{,}8$

$1{,}7 : 2 = 0{,}85$

$\cos 60 - \frac{1}{2} = 0{,}5$

$\cos 30 - \frac{\sqrt{3}}{2} \approx \frac{1{,}7}{2} =$

180-130-45

50-45 = 5°

$$\frac{R_\oplus + h}{\sin 130} = \frac{R_\oplus}{\sin 5}$$

$$R_\oplus + h \overset{\parallel R_{сп}}{=} \frac{\sin 130 \cdot R_\oplus}{\sin 5}$$

$\sin 5 = 0{,}08$

$$\begin{array}{r} 6400 \\ \times\ 0{,}8 \\ \hline 5120{,}0 \end{array}$$

$3120 : 2 = 2560$

$5 : 57{,}3 = 0{,}08$

$5120 : \frac{8}{100}$

$$E = R = \frac{0{,}8 \cdot 6400}{0{,}08}$$

$$R = \frac{5120}{}$$

$R = 64000$

$$\frac{5120}{\frac{8}{100}} = \frac{512000}{8} = 64000$$

$$\frac{2\pi R_{сп}}{1} : \sqrt{\frac{GM_\oplus}{R_{сп}}}$$

$64000 \times 64000 = 4096000000$

$$2\pi R_{сп} \cdot \sqrt{\frac{R_{сп}}{GM_\oplus}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 R_{сп}^3}{GM_\oplus}} = 2\pi\sqrt{\frac{R_{сп}^3}{GM_\oplus}}$$

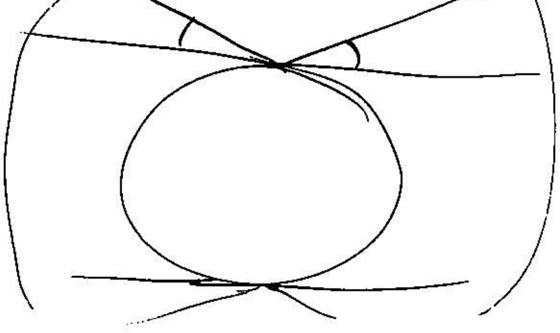
$$2 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{\frac{64000^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}}$$

4096000000×6400

$2{,}621444 \cdot 10^{14}$

$$\sqrt{\frac{2{,}6 \cdot 10^{14}}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}} = 162000\,с$$

$= 45\,ч.$



$45 : 24 = 1$

0,000000000667

$162000 : 3600 = 45$

Черновик
Лист 2
№5

Бел-11
9 кл.

$\vec{v}$ m_0

m

$16 = 10^{0,4(m-m_0)}$

$0,4 \quad 7\cdot\frac{4}{10}$

$\lg 10 - 1$

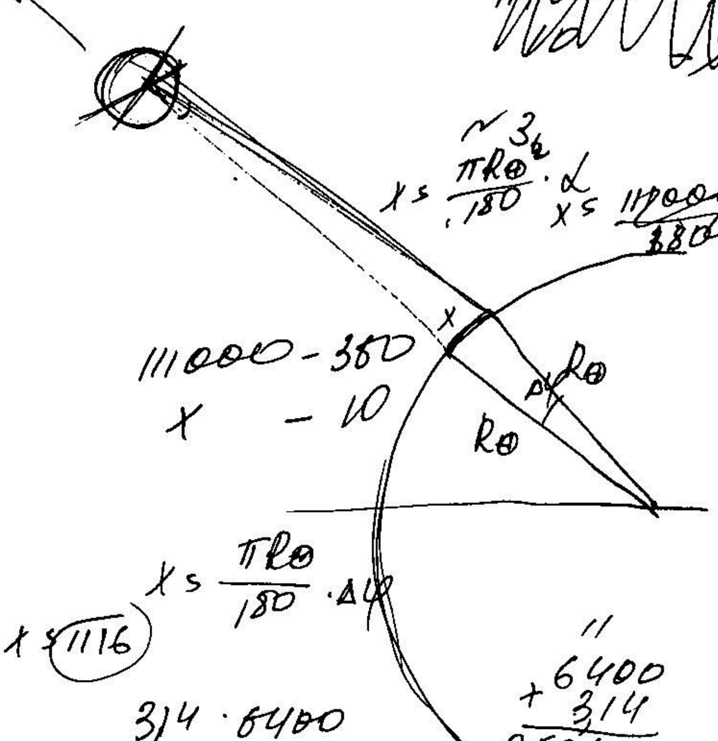
$\lg 16 \approx 1,2$

$\frac{28}{10} = 2,8 =$

$1,2+2,8 = 4$

$4\cdot\frac{4}{10} = \frac{16}{10}$

$\frac{1,2+2,8}{\frac{4}{10}} = 10$



$x = \frac{\pi R_\oplus}{180}\cdot\alpha \quad x = \frac{111000}{380}\cdot 10 = \frac{111000}{480}$

111000 − 380
x − 10

$x = \frac{\pi R_\oplus}{180}\cdot\Delta\varphi$

$x = 1116$

3,14 · 6400

$\frac{384400}{768800}$ ×2

1116 / 384400 = 0,0029

200960 / 180 = 1116,4

0,003 · 57,3

0,0009

0,0021

1160000 / 15 = 0,1719

$\frac{172}{1000} : \frac{5}{10}$

$\frac{172}{1000} \cdot \frac{10}{5} =$

$\frac{172}{500} = \frac{86}{250} = \frac{43}{125}$ 0,34

43 / 125 = 0,34

172 / 2 = 86

250 / 2 = 125

125 · 3 = 375

125 · 4 = 500

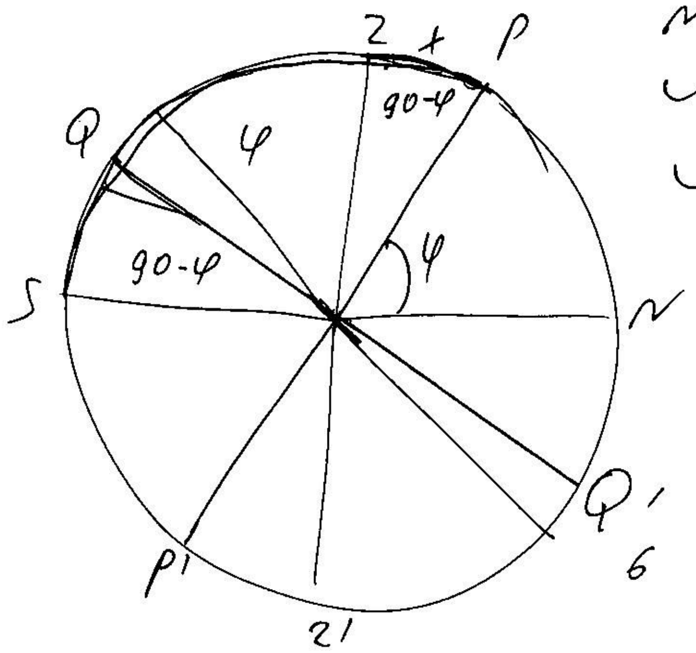
1,00 − 0,34 = 0,66

Черновик

Лист 3

Бел-11

9 кл.



№ 4

$\smile x = 90 - \varphi = 30°$

$\smile SP = \cancel{90-\varphi+\varphi+90-\varphi}$

$30° + 30° + 60° = 120°$

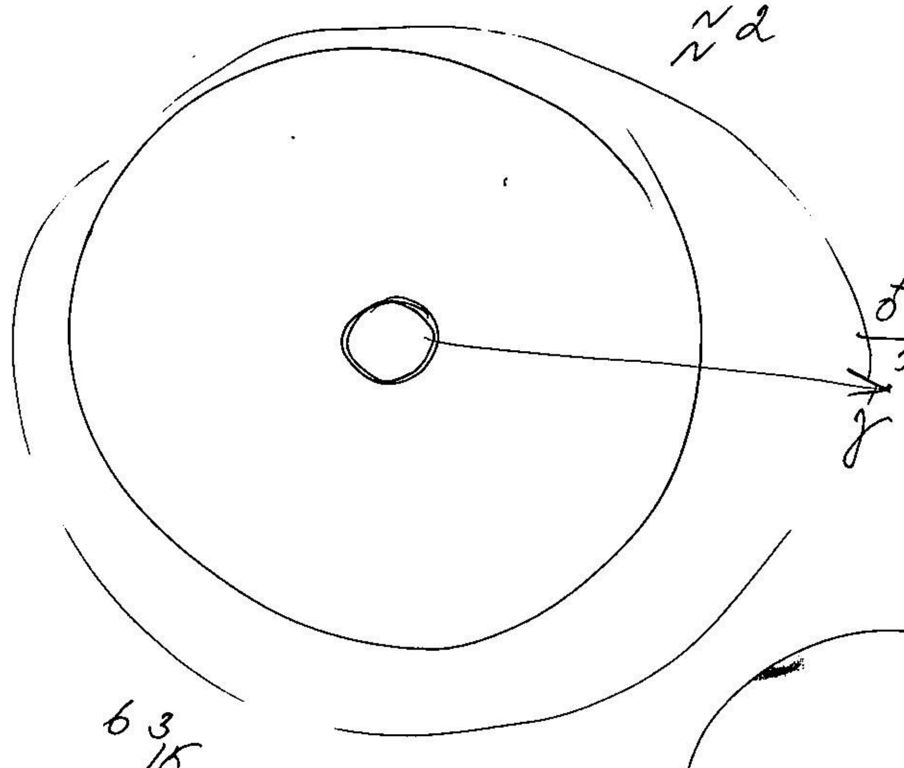
кол - 60

$\frac{S_1}{S_2} = \frac{4\pi \gamma p^2}{4\pi sp^2} = 1/4$

6

$\dfrac{\frac{4\pi\, рад^2}{360} \cdot \gamma p}{\frac{4\pi\, рад^2}{360}\, sp^2} = \frac{1}{4}$

№ 2



$$\begin{array}{r} 0,2419 \\ \times\ 24 \\ \hline 09676 \\ +\ 04838 \\ \hline 5,8056 \end{array}$$

5,8

6 h

$$\begin{array}{r} 63 \\ 16 \\ +\ 6 \\ \hline 90 \end{array}$$