Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 1.	Решение.	Код:

1) Широта города Саракск $\varphi = 54°$. Одно из условий видимости этого, что звезда ~~не~~ хотя поднималась из-за горизонта:

~~$h_{ик} = |\varphi| - 90° > 0$~~

~~$h_{ик} = 90° - |\varphi| > 0$~~

$$h_{ик} = |\varphi + \delta| - 90° > 0$$

$$|\varphi + \delta| > 90°$$

$$\varphi + \delta > 90°$$

$$\delta > 36°$$

Следовательно, ~~звезда~~ ~~остановилась~~ склонение звезды должно быть больше $36°$. Это звезды ~~Сириус~~ Вега и Капелла.

2) Также стоит учесть прямое восхождение Солнца. На данный момент оно равно:

$$\alpha_\odot \approx \frac{N_г}{365} \cdot 360° \approx 25{,}6° = 1^h 42^m 34{,}5^s$$

Склонение Солнца

$$\delta_\odot = 23{,}5° \cdot \sin \alpha_\odot = ~~10°9'~~$$

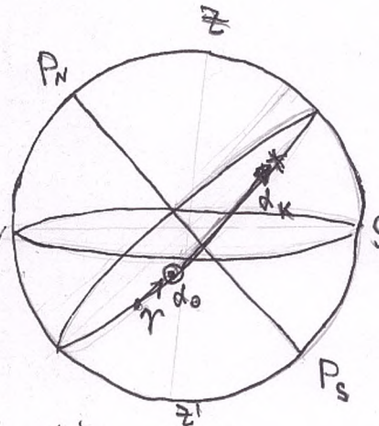


рис.1

Можно из этого понять, что звёзды находятся далеко от Солнца, а значит, будут видны

3) По рис.1 видно, что разница $(\alpha_к - \alpha_\odot)$ $(\alpha_к = 5^h 16^m 41^s)$ небольшая и звезду можно будет

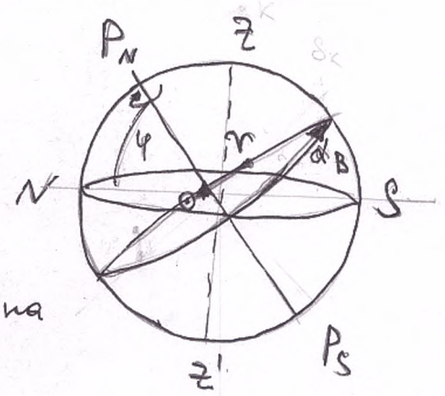
Ответ:

Рекомендация для участника: *на каждом листе бланка* ***укажите (!)*** *в левом верхнем углу* ***номер решаемой задачи*** *, а в правом нижнем углу –* ***порядковый номер страницы*** *.*

Задача № 1.	***Решение.***	**Код:**

наблюдать вечером на западе.

Вега будет видна ночью (рис. 2) и ~~скроется под утро~~ пропадёт, т.к. наступит утро. По рис. 2 видно, что она будет находится на восток и пропадёт на юге.



№	Название	Склонение	Пр. восхождение	Видимость	Часть суток	Часть небосвода	Созвездие
1	Сириус	$-16°42'58''$	$06^h45^m09^s$	нет	–	–	Большой Пёс
2	Арктур	$+19°10'57''$	$14^h15^m40^s$	нет	–	–	Волопас
3	Вега	$+38°47'01''$	$18^h36^m56^s$	да	Н	В	Лиры
4	Капелла	$+45°59'53''$	$05^h16^m41^s$	да	В	З	Возничий
5	Ригель	$-08°12'06''$	$05^h14^m32^s$	нет	–	–	Лев
6	Процион	$+05°13'30''$	$07^h39^m18^s$	нет	–	–	Малый Пёс
7	Бетельгейзе	$+07°24'25''$	$05^h55^m10^s$	нет	–	–	Орион
8	Альтаир	$+08°52'06''$	$19^h50^m47^s$	нет	–	–	Орёл
9	Альдебаран	$+16°30'33''$	$04^h35^m55^s$	нет	–	–	Телец
10	Антарес	$-26°25'55''$	$16^h29^m40^s$	нет	–	–	Скорпион

Таблица 1. Топ-10 самых ярких звезд небосвода.

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 3.	Решение.	Код:

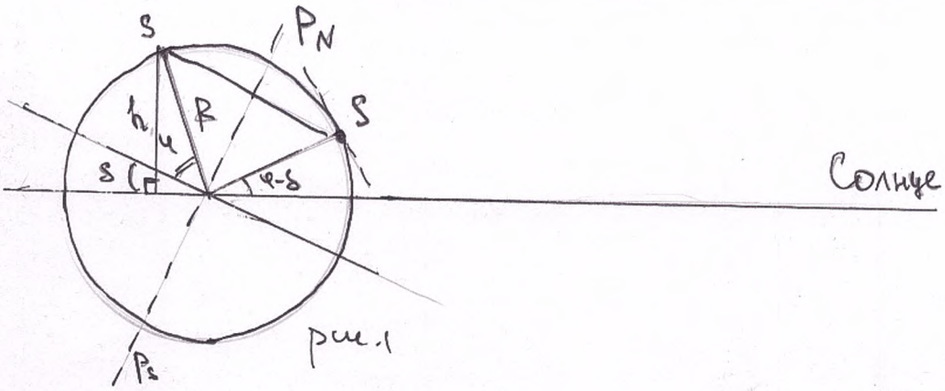


рис.1

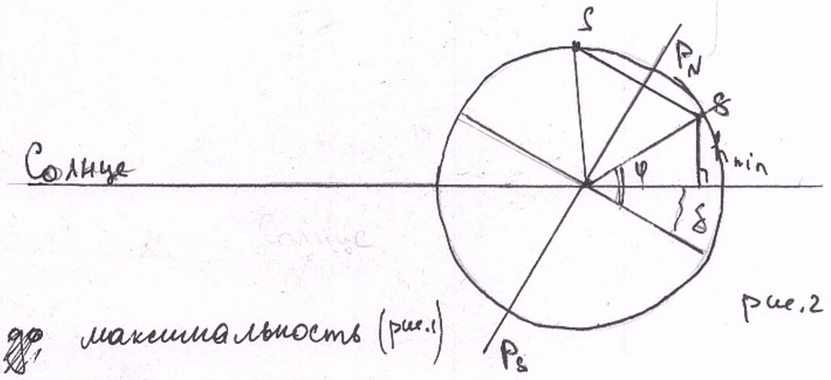


рис.2

1) Понятно, что максимальность (рис.1) высоты будет достигаться в день летнего солнцестояния, а минимальность в день зимнего (рис.2). Выкладываем:

$$h_{max} = R \cdot \sin\left(\varphi_{Sa} + \delta\right) \approx 6205{,}5 \text{ км}$$

Где $\delta = 23^\circ 26' 21{,}45''$ – наклон экватора к плоскости орбиты, $R = 6378{,}1$ км – радиус Земли.

$$h_{min} = R \sin\left(\varphi_{Sa} - \delta\right) = 3166{,}0 \text{ км}$$

2) Доля от радиуса Земли:

$$d_{max} = \frac{h_{max}}{R} = 0{,}97$$

$$d_{min} = \frac{h_{min}}{R} = 0{,}50$$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 3.	Решение.	Код:

3) В день летнего солнцестояния верхняя кульминация Солнца:

$$h_{BK} = 90° - |\varphi - \delta_{Sa}| = 59° 14' 21''$$

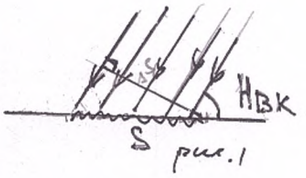


рис. 1

В день зимнего солнцестояния:

$$h_{BK} = 90° - |\varphi + \delta| = 12° 21' 38''$$

рис. 2

Если мы посмотрим какой поток энергии получает единичная площадь в эти дни, то увидим, что они относятся друг другу как синусы H_{BK} и h_{BK}

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\sin H_{BK}}{\sin h_{BK}} \approx 4,02$$

Практически в 4 раза.

Ответ:

Рекомендация для участника: *на каждом листе бланка* ***укажите (!)*** *в левом верхнем углу* ***номер решаемой задачи***, *а в правом нижнем углу –* ***порядковый номер страницы***.

Задача № 4.	Решение.	Код:

1) ~~Далее~~ n - есть номера планеты, если считать с Венеры и далее по удалению от Солнца (Венера n=0, Марс n=1, ...). В формулу для Меркурия нужно подставить $n = -\infty$.

Заметим, что для КП соответствует n=3 и $r_n = 2{,}8$ а.е. Это Церера, одна из больших КП.

2) Закономерность нарушается на Нептуне

n=7, $r_n = 38{,}8$ а.е.

$\eta = 29{,}1\% > 15\%$

Далее η начинает быстро расти при Плутоне и Эриде (см. табл.).

3) Для планеты X соответствует индекс Эриды n=9, а для планеты Y n=10.

4) Период обращения планет:

$$T_x = 2\pi\sqrt{\frac{r_x^3}{GM_\odot}} = 1911 \text{ лет}$$

$$T_y = 2\pi\sqrt{\frac{r_y^3}{GM_\odot}} = 5395 \text{ лет}$$

Сближаются планеты через синодический период T:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_x} - \frac{1}{T_y}$$

$$T = 2959 \text{ лет}$$

Ответ:

Рекомендация для участника: *на каждом листе бланка* ***укажите (!)*** *в левом верхнем углу* ***номер решаемой задачи*** *, а в правом нижнем углу –* ***порядковый номер страницы*** *.*

Задача № 4.	*Решение.*	Код:

№	Планета	a_p, а. е.	r_n, а.е.	η, %	n
1	Меркурий	0.3871	0,4	3,3	$-\infty$
2	Венера	0.7233	0,7	3,2	0
3	Земля	1.0000	1	0,0	1
4	Марс	1.5237	1,6	5,0	2
5	КП	–	2,8	–	3
6	Юпитер	5.2028	5,2	0,1	4
7	Сатурн	9.5388	10	4,8	5
8	Уран	19.1914	19,6	2,1	6
9	Нептун	30.0611	38,8	29,1	7
10	Плутон	39.4821	77,2	95,5	8
11	Эрида	67.8640	154	126,9	9
12	Планета X	150	154	2,7	9
13	Планета Y	300	307,6	2,5	10

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 5.	Решение.	Код:

1) ~~Звёздная величина Нептуна~~

Видимая звездная величина Нептуна $7{,}8^m$ (в противостоянии). Из этого найдём освещённость Нептуна, сравнив его с Солнцем по формуле Погсона:

$$7{,}8^m + 26{,}7^m = -2{,}5 \lg\left(\frac{E_H}{E_\odot}\right), \quad E_\odot = 1360 \frac{Вт}{м^2}$$

$$E_H = 2{,}16 \cdot 10^{-11} \frac{Вт}{м^2}$$

Если бы Нептун светил отражённым светом, то его освещённость была бы равна:

$$E'_H = \frac{L_\odot}{4\pi a_H^2} \cdot \pi R_H^2 \cdot \frac{A_B}{2\pi (a_H - a_\oplus)^2} = 7 \cdot 10^{-12} \frac{Вт}{м^2}$$

$a_H = 30{,}0611$ а.е.
$a_\oplus = 1$ а.е.
$R_H = 24746$ км
$L_\odot = 3{,}827 \cdot 10^{26}$ Вт

Значит у Нептуна есть свой источник

Если бы энергия получалась только бы от Солнца, то температура бы его была

$$\sigma T_{eff}^4 = \frac{E'_H \cdot 4\pi (a_H - a_\oplus)^2}{4\pi R_H^2}$$

$$T_{eff} = 44{,}2\,K = -228{,}8\,^\circ C > T_N$$

На деле планета теплее. Это ещё одно док-во, что планета имеет источник

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 5.	Решение.	Код:

г) Наверняка, источником собственного тепла является ядро.

Из ЗСЭ планеты можно сказать:

$$\frac{L_\odot}{4\pi a_н^2} \cdot \pi R_н^2 + L_{н} = \sigma T_N^4 \cdot 4\pi R_N^2$$

Где 1-е слагаемое – энергия Солнца, 2-е — энергия источника, сумма — полная светимость.

$$L_н = \sigma T_N^4 \cdot 4\pi R_N^2 - \frac{L_\odot}{4\pi a_н^2} \cdot \pi R_н^2 = 8{,}83 \cdot 10^{15}\ Вт$$

Искомое отношение

$$d = \frac{L_н}{\frac{L_\odot}{4\pi a_н^2} \cdot \pi R_н^2} = 3{,}05 .$$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 6.	Решение.	Код:

1) Рассмотрим фото 1 (рис.2 в условии)

Измерим угловой размер окна:

$$d_1 = 2\,\mathrm{arctg}\left(\frac{h_1}{2 \cdot r_1}\right) = 8^\circ$$

8° на фото соответствует 1,7 см.

Найдём звезду, которая оставалась неподвижной. Высота этой звезды над уровнем горизонта 13,9 см или в градусной мере:

$\varphi_1 = 65{,}4^\circ$.

Это и есть широта. этого места

2) Рассмотрим фото 2 (рис.3 в условии)

Измерим угловой размер дерева.

$$d_2 = 2\,\mathrm{arctg}\left(\frac{h_2}{2 \cdot r_2}\right) = 18{,}9^\circ$$

Значит, $18{,}9^\circ$ на снимке соответствует 7,0 см

Продлим один из треков звезд. Тангенс угла наклона к горизонту:

$$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{8{,}9\ \text{см}}{14{,}2\ \text{см}} = 0{,}63$$

α - есть:

$$\alpha = 90^\circ - \varphi_2 \Rightarrow \varphi_2 = 90^\circ - \alpha = 57{,}9^\circ$$

Ответ:

Рекомендация для участника: на каждом листе бланка **укажите (!)** в левом верхнем углу **номер решаемой задачи**, а в правом нижнем углу – **порядковый номер страницы**.

Задача № 6.	Решение.	Код:

3) Т.к. наблюдатели находятся на одном меридиане то расстояние между ними:

$$l = \frac{2\pi R_{\oplus}(\varphi_1 - \varphi_2)}{360^\circ} = 834{,}9 \text{ км}$$

Ответ:

Рекомендация для участника: *на каждом листе бланка* ***укажите (!)*** *в левом верхнем углу* ***номер решаемой задачи****, а в правом нижнем углу –* ***порядковый номер страницы****.*

Задача № 2 .	***Решение.***	**Код:**

	Тип объекта	Рассеянное скопление	Туманность эмиссионная + область звездообразования	Шаровое скопление	Галактика	Остаток сверхновой
I	Обозначение	В	Д	б	а	Г
	По каталогу Мессье	M1	M13	M31	M42	M45
II	Обозначение	Д	б	а	В	Г
	Созвездие	Андромеда	Геркулес	Телец		Орион
III	Обозначение	а	б	Д	Г	В
	Обозначение	а)	б)	в)	г)	д)
IV	Видимость невооруженным глазом	да	да	да	нет	нет

Ответ: