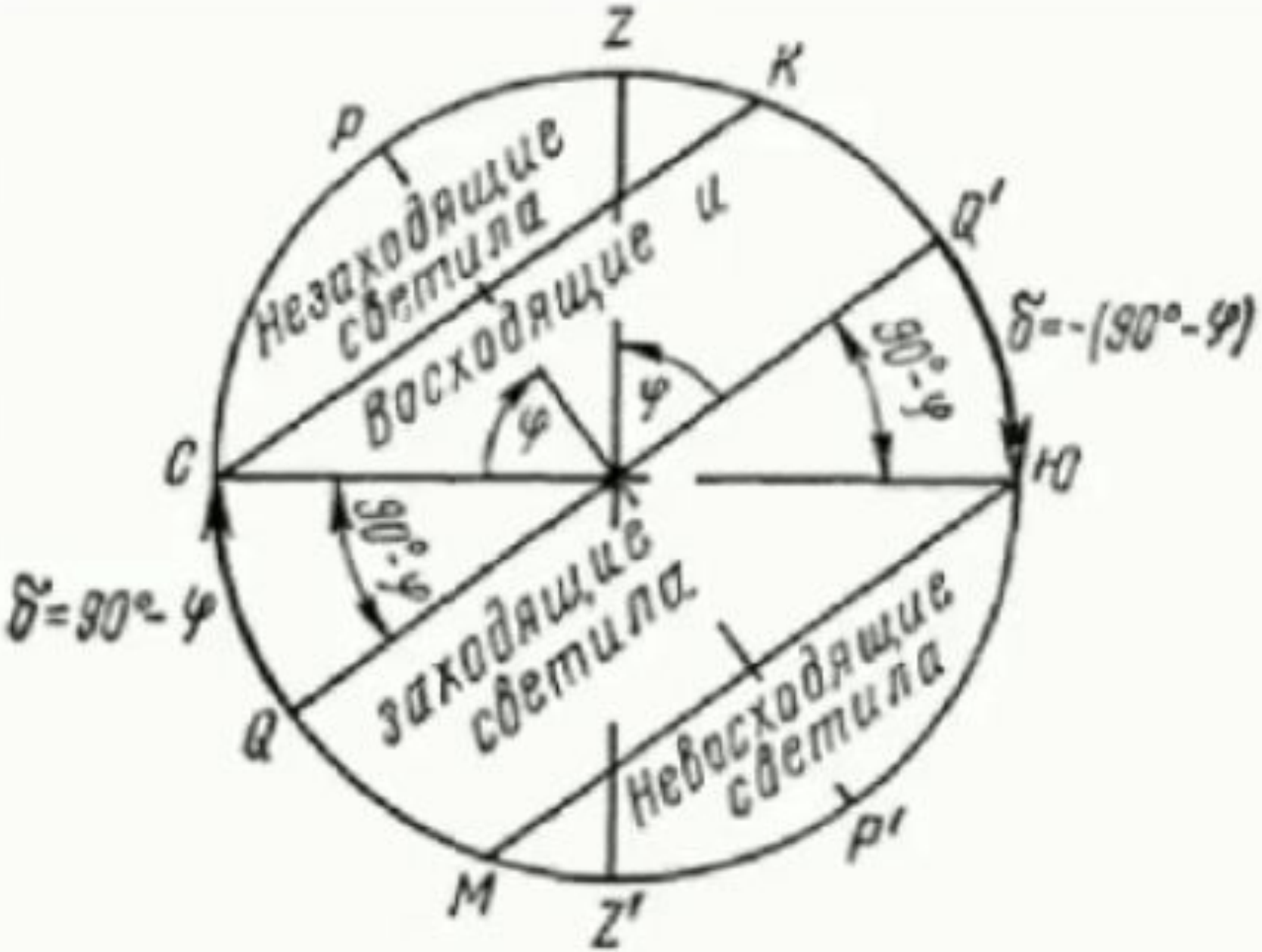
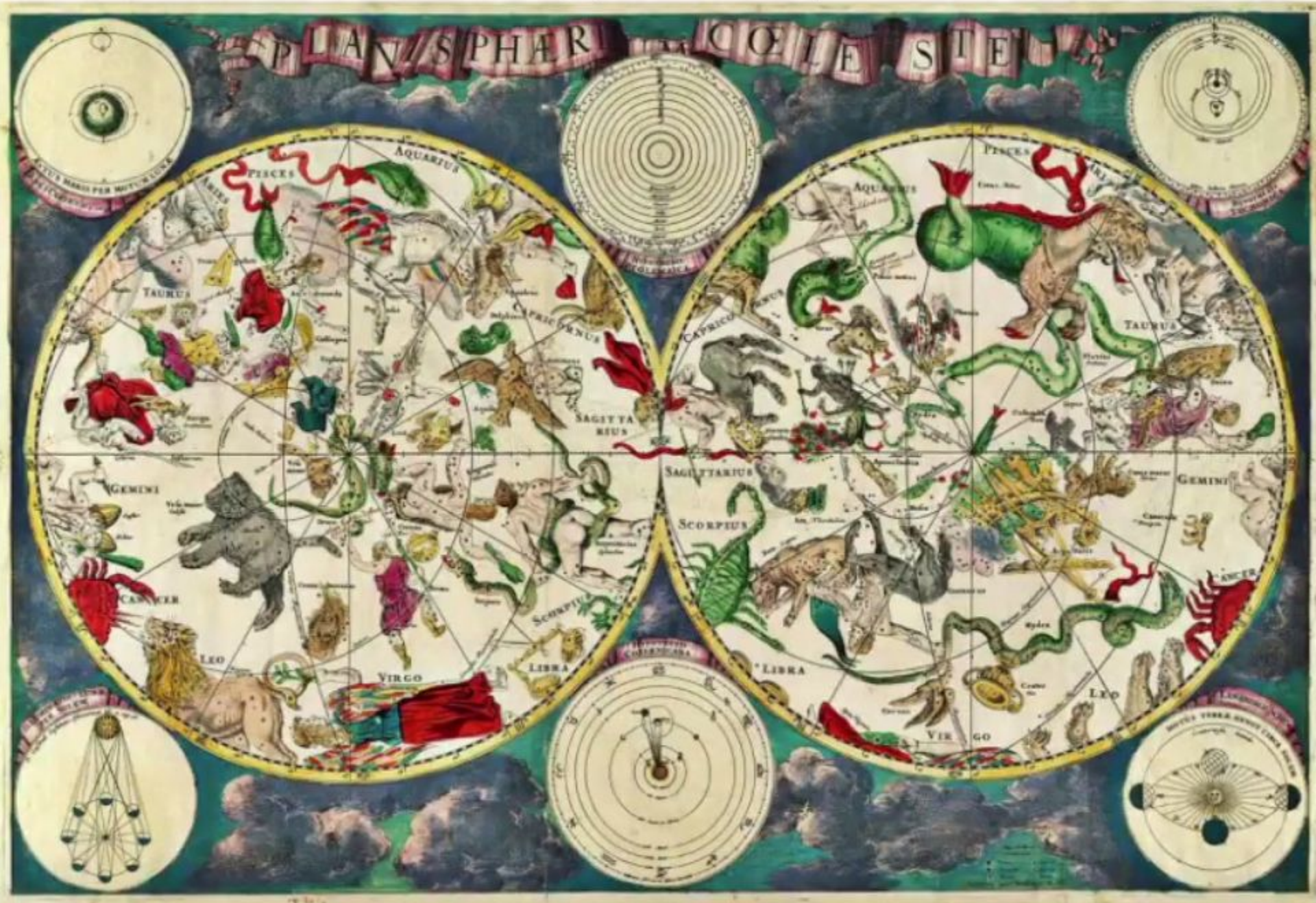
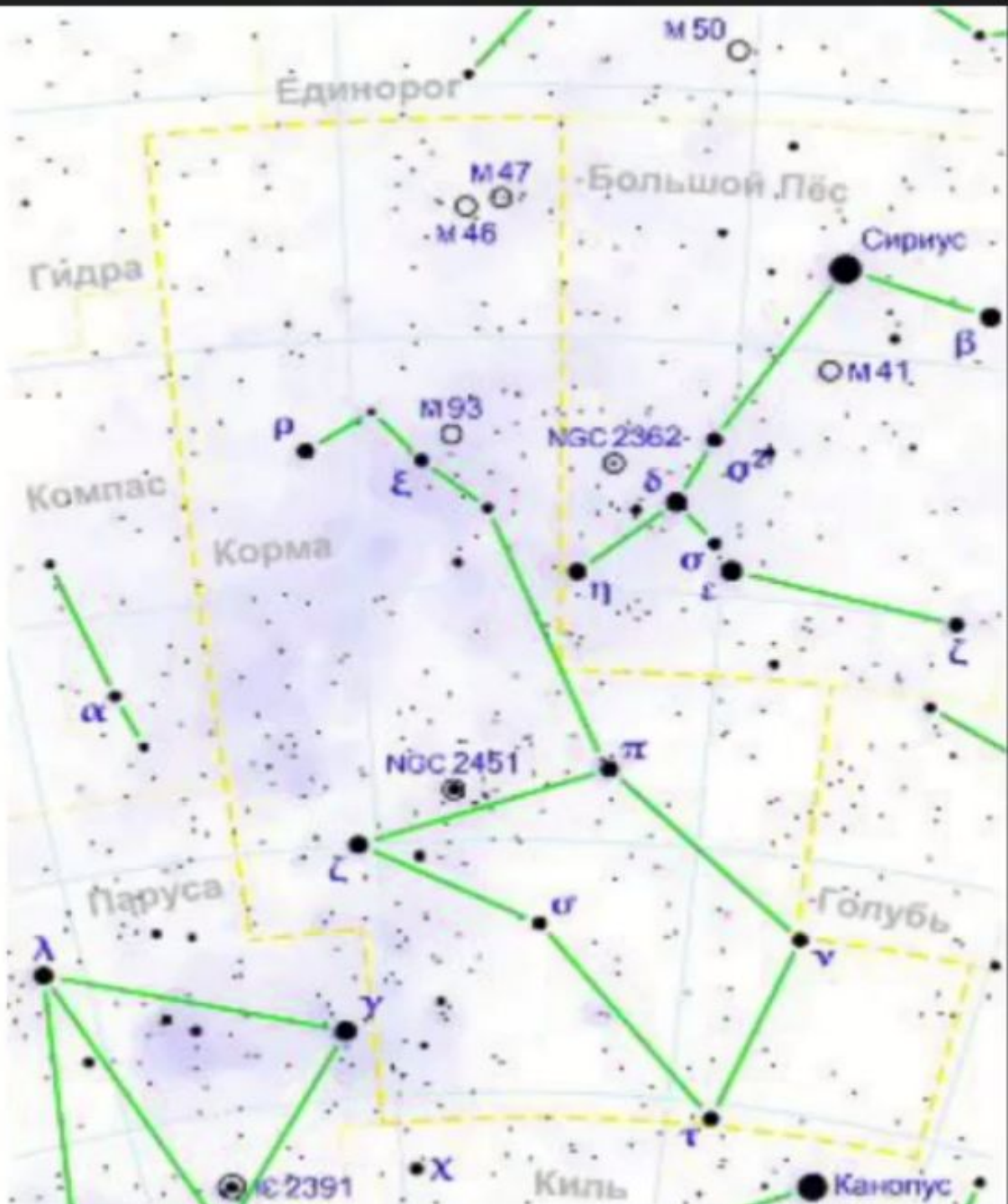
Решение задач


Z
K
P
Незаходящие светила
Восходящие
Q'
δ=-(90°-φ)
90°-φ
φ
φ
C
Ю
90°-φ
δ=90°-φ
Заходящие светила
Q
Невосходящие светила
P'
M
Z'

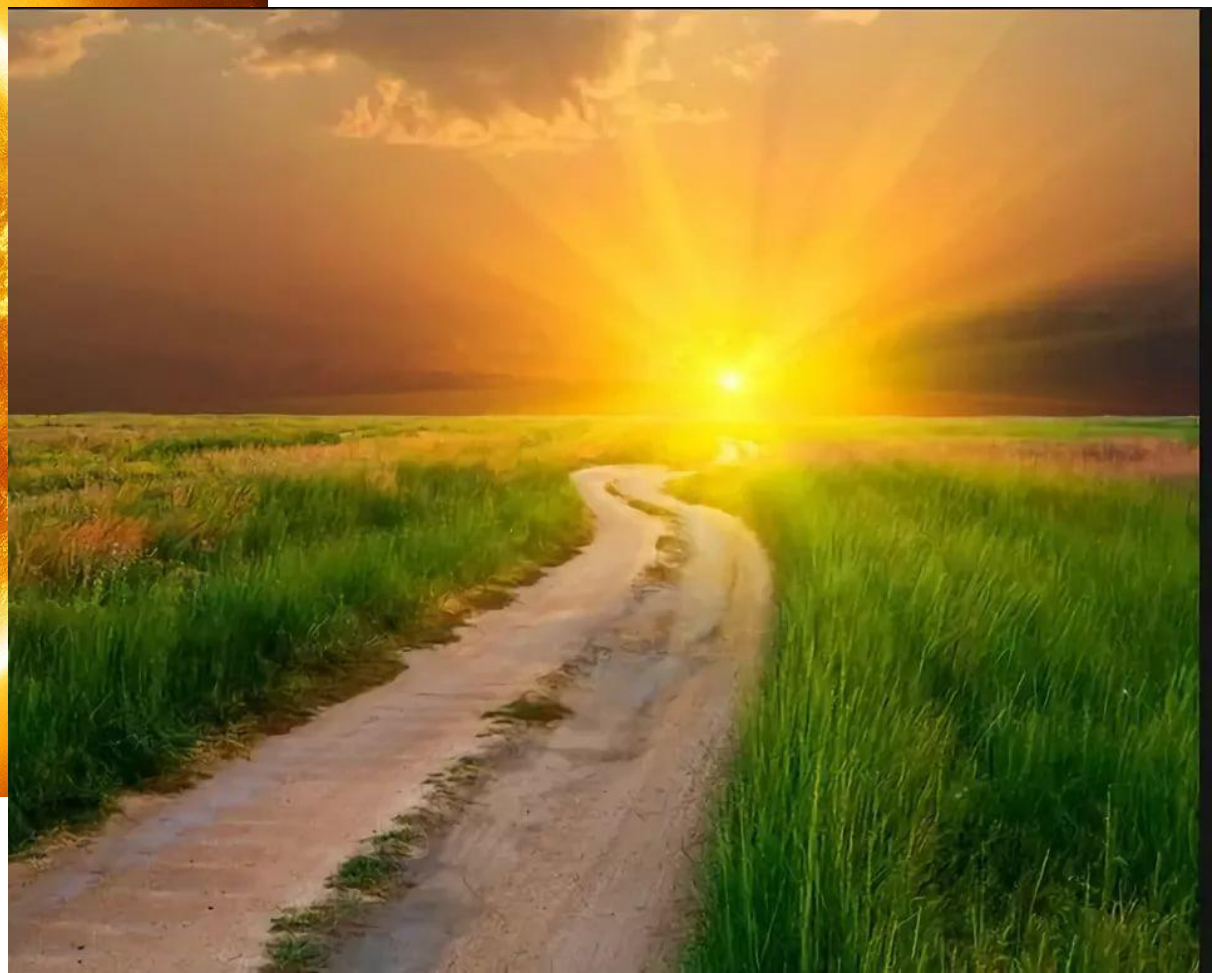
Звездные карты



Звездные карты



Назовите самую яркую звезду земного неба



Видимая звездная величина

- мера яркости небесного тела (точнее, освещённости, создаваемой этим телом) с точки зрения земного наблюдателя. Обычно используют величину, скорректированную до значения, которое она имела бы при отсутствии атмосферы. Чем ярче объект, тем меньше его звёздная величина.

$$E = Ft = \frac{L}{4\pi R^2} \Rightarrow E \sim \frac{1}{R^2}$$

Самые яркие звезды

Объект	Созвездие	m
Сириус	Большой Пёс	−1,47
Канопус	Киль	−0,72
α Центавра	Центавр	−0,27
Арктур	Волопас	−0,04
Вега	Лира	+0,03
Капелла	Возничий	+0,08
Ригель	Орион	+0,12
Процион	Малый Пёс	+0,38
Ахернар	Эридан	+0,46
Бетельгейзе	Орион	+0,50
Альтаир	Орёл	+0,75
Альдебаран	Телец	+0,85
Антарес	Скорпион	+1,09
Поллукс	Близнецы	+1,15
Фомальгаут	Южная Рыба	+1,16
Денеб	Лебедь	+1,25
Регул	Лев	+1,35

Основные свойства логарифмов

1. $\log_a 1 = 0;$
2. $\log_a a = 1;$
3. $\log_a \frac{1}{a} = -1;$
4. $\log_{a^k} a = \frac{1}{k};$
5. $\log_a a^m = m;$
6. $\log_{a^k} a^m = \frac{m}{k};$
7. $\log_a bc = \log_a b + \log_a c;$
8. $\log_a \frac{b}{c} = \log_a b - \log_a c;$
9. $\log_{a^k} b = \frac{1}{k} \log_a b;$
10. $\log_a b^m = m \log_a b;$
11. $\log_{a^k} b^m = \frac{m}{k} \log_a b;$
12. $\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a};$
13. $\log_a b = \frac{1}{\log_b a};$
14. $\log_a b \cdot \log_c d = \log_c b \cdot \log_a d$
15. $a^{\log_c b} = b^{\log_c a}$

MyShared

Объекты земного неба

Объект	m
Солнце	−26,7 (в 400 000 раз ярче полной Луны)
Луна в полнолуние	−12,74
Вспышка «Иридиума» (максимум)	−9,5
Сверхновая 1054 года (максимум)	−6,0
Венера (максимум)	−4,67
Международная космическая станция (максимум)	−4
Земля (при наблюдении с Солнца)	−3,84
Юпитер (максимум)	−2,94
Марс (максимум)	−2,91
Меркурий (максимум)	−2,45
Сатурн (с кольцами; максимум)	−0,24
Звёзды Большого Ковша	+2
Галактика Андромеды	+3,44
Галилеевы спутники Юпитера	+5...6
Уран	+5,5
Самые слабые звёзды, наблюдаемые невооружённым глазом	От +6 до +7,72
Нептун	+7,8
Лебедь X-1	+8,95
Проксима Центавра	+11,1
Самый яркий квазар	+12,6
Самый слабый объект, заснятый в 8-метровый наземный телескоп	+27
Самый слабый объект, заснятый в космический телескоп «Хаббл»	+31,5

Предельная звездная величина наблюдаемая глазом

$$\frac{E_T}{E_\Gamma} = 10^{0,4(\Delta m)} \Rightarrow \Delta m = m_T - m_\Gamma$$

$$m_T - m_\Gamma = 2,5\lg\left(\frac{E_T}{E_\Gamma}\right) = 2,5\lg\left(\frac{\frac{\pi D_T^2}{4}}{\frac{\pi d_\Gamma^2}{4}}\right) = 5\lg\left(\frac{D_T}{d_\Gamma}\right)$$

$$m_T = m_\Gamma + 5\lg\left(\frac{D_T}{d_\Gamma}\right) = 6,5^m - 5\lg 6 + 5\lg\left(D_T[мм]\right)$$

$$m_T = 2,1^m + 5\lg\left(D_T[мм]\right)$$

Абсолютная звездная величина

$$\frac{E_m}{E_M} = 10^{0,4(M-m)} \Rightarrow \frac{R_M}{R_m} = 10^{0,2(M-m)}$$

$$M - m = 5\lg\left(\frac{R_M}{R_m}\right) = 5\lg\left(\frac{10}{R_m}\right)$$

$$M = m - 5\lg(R_m) + 5$$

$$m = M - 5 + 5\lg(R[пк])$$

Задача - 1.2

1.2. Наша Галактика состоит из 100 миллиардов звёзд, формирующих 20 % её массы. Оцените общую массу Галактики в килограммах.

- Строго говоря это так же вопрос.
- В первом приближении для грубой оценки предположим, что все эти звёзды похожи на Солнце.
- Следовательно полная масса Солнца будет:

$$1\ \mathrm{M}_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}\ \text{кг} \implies \mathrm{M}_{\text{Галактики}} = N_{\text{звёзд}} \cdot 1\ \mathrm{M}_{\odot} =$$
$$= 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{30} = 2 \cdot 10^{41}\ \text{кг}$$

- В реальности масса галактики ещще больше почти на порядок из-за темной материи

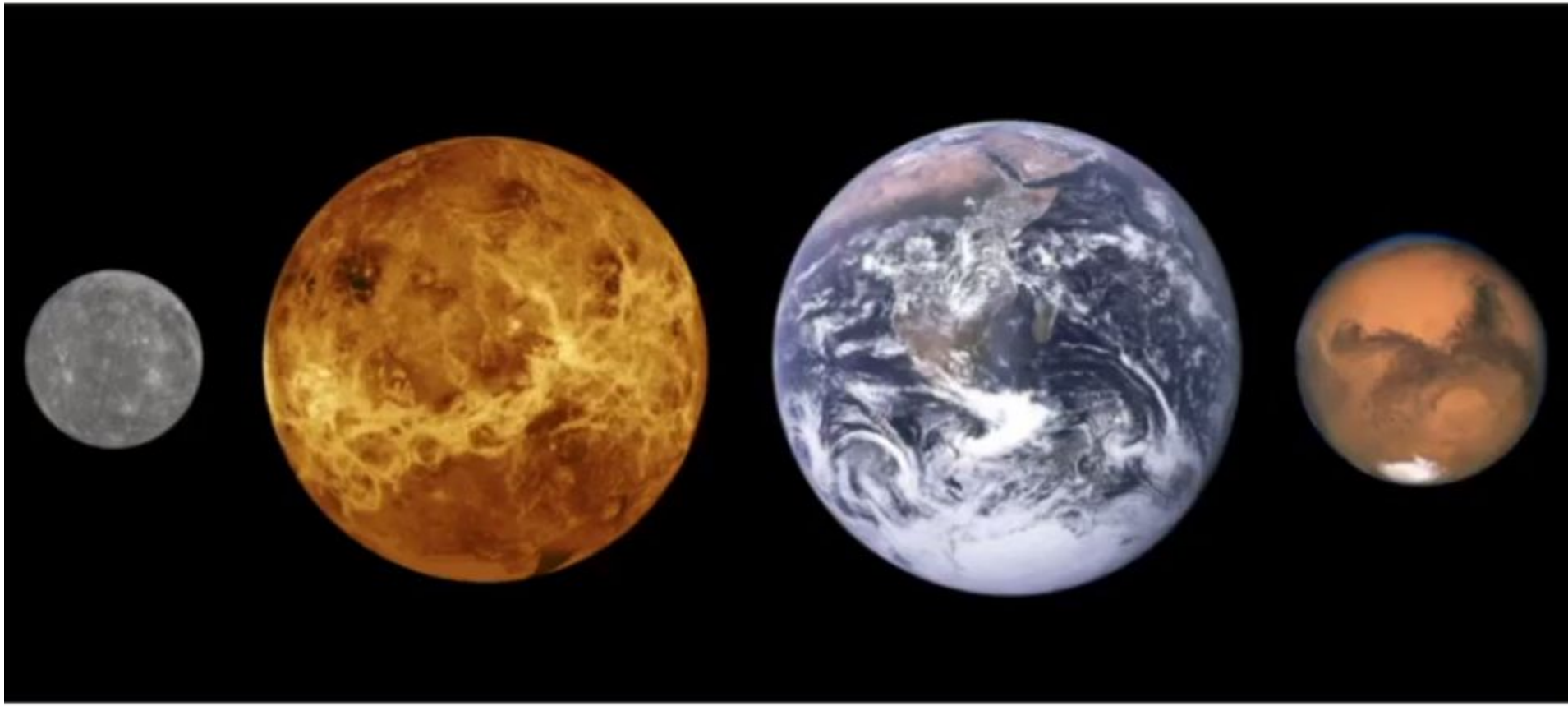
Астероиды

- Масса всех до 4% Лунной
- ~кг

Спутники планет

- В кг
- 1 Масса Луны = $7{,}3 \cdot 10^{22}$ кг
- В массах Луны

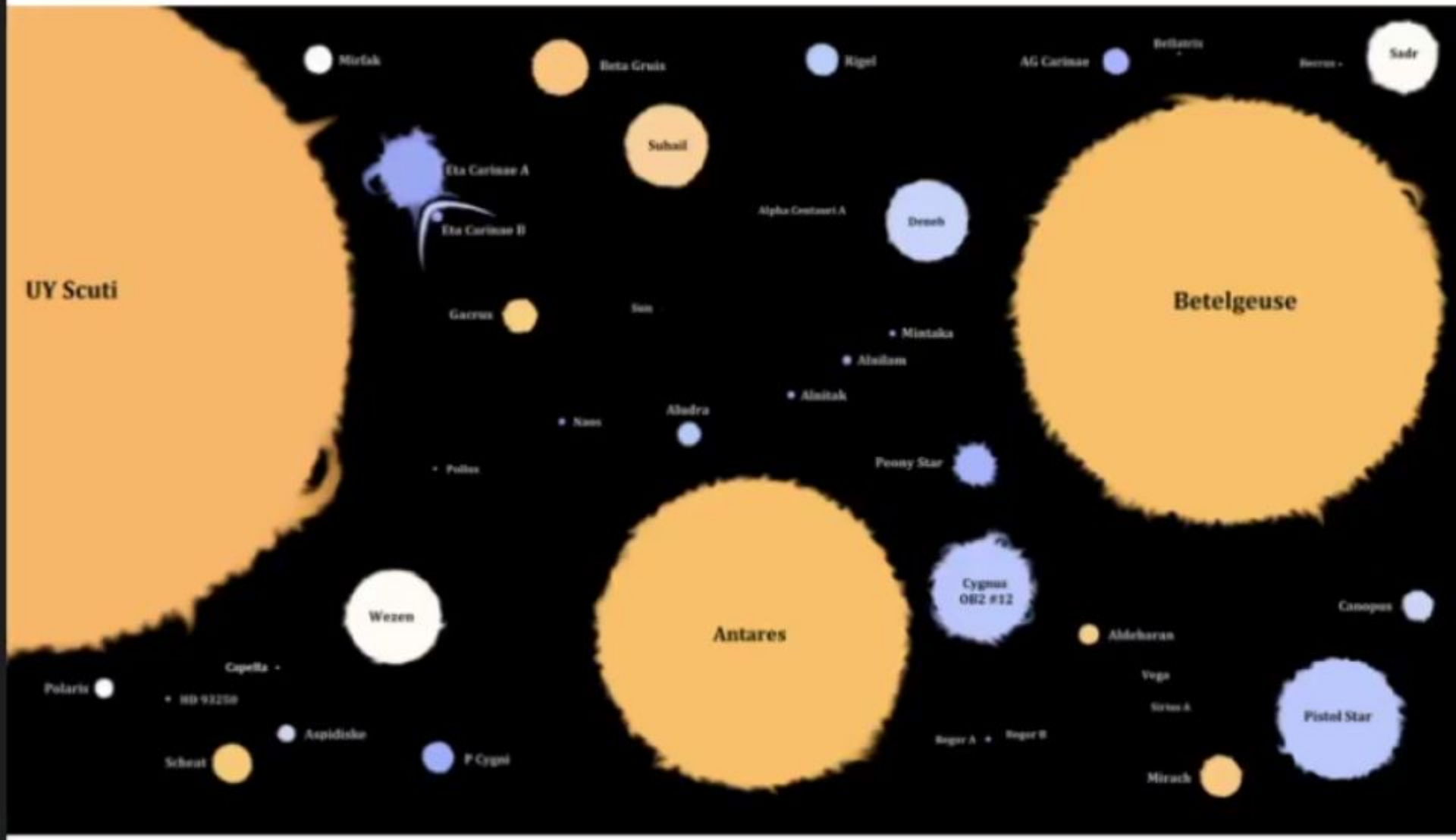
Планеты Земной группы



- В кг
- Массах Земли = $5{,}97 \cdot 10^{24}$ кг

- В кг
- Массах Земли = $5{,}97 \cdot 10^{24}$ кг
- Массах Юпитера = $1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг

Звезды



- В кг
- В Массах Солнца – $2 \cdot 10^{30}$ кг

Звездные скопления

- В Массах Солнца = $2 \cdot 10^{30}$ кг
- $10^4 \sim 10^7$ Масс Солнца

Галактики

- В Массах Солнца = $2 \cdot 10^{30}$ кг
- 10^{8}~10^{12} Масс Солнца

Скопления галактик

- В Массах Солнца = $2 \cdot 10^{30}$ кг
- $10^{13} \sim 10^{15}$ Масс Солнца

Сверхскопления галактик

- В Массах Солнца = $2 \cdot 10^{30}$ кг
- $10^{16} \sim 10^{18}$ Масс Солнца

Большие числа

ДЕСЯТИЧНЫЕ ПРИСТАВКИ

наименование		обозначение		множитель	наименование		обозначение		множитель
русское	международное	русское	междунар.		русское	международное	русское	междунар.	
йотта	Yotta	И	Y	10^{24}	деци	deci	д	d	10^{-1}
зетта	Zetta	З	Z	10^{21}	санти	centi	с	c	10^{-2}
экса	Hexa	Э	E	10^{18}	милли	milli	м	m	10^{-3}
пета	Peta	П	P	10^{15}	микро	micro	мк	μ	10^{-6}
тера	Tera	Т	T	10^{12}	нано	nano	н	n	10^{-9}
гига	Giga	Г	G	10^{9}	пико	pico	п	p	10^{-12}
мега	Mega	М	M	10^{6}	фемто	femto	ф	f	10^{-15}
кило	kilo	к	k	10^{3}	атто	atto	а	a	10^{-18}
гекто	hecto	г	h	10^{2}	цепто	zepto	з	z	10^{-21}
дека	deca	да	da	10	йокто	yocto	и	y	10^{-24}

* В соответствии с ГОСТ 8.417-2002, не допускается применять с приставками наименование и обозначения следующих единиц СИ: минута, час, сутки, градус, минута угловая, секунда угловая, астрономическая единица, диоптрия, атомная единица массы.

Сравнение характерис тик и величин

- Система СИ не охватывает огромный диапазон величин характерный для астрономии поэтому в астрономии очень много внесистемных величин
- При получении характеристик необходимо преобразовывать их в величины и единицы, которые можно с чем-то сравнить
- Приучать навык сравнения применять при проверке и оценке полученных ответов

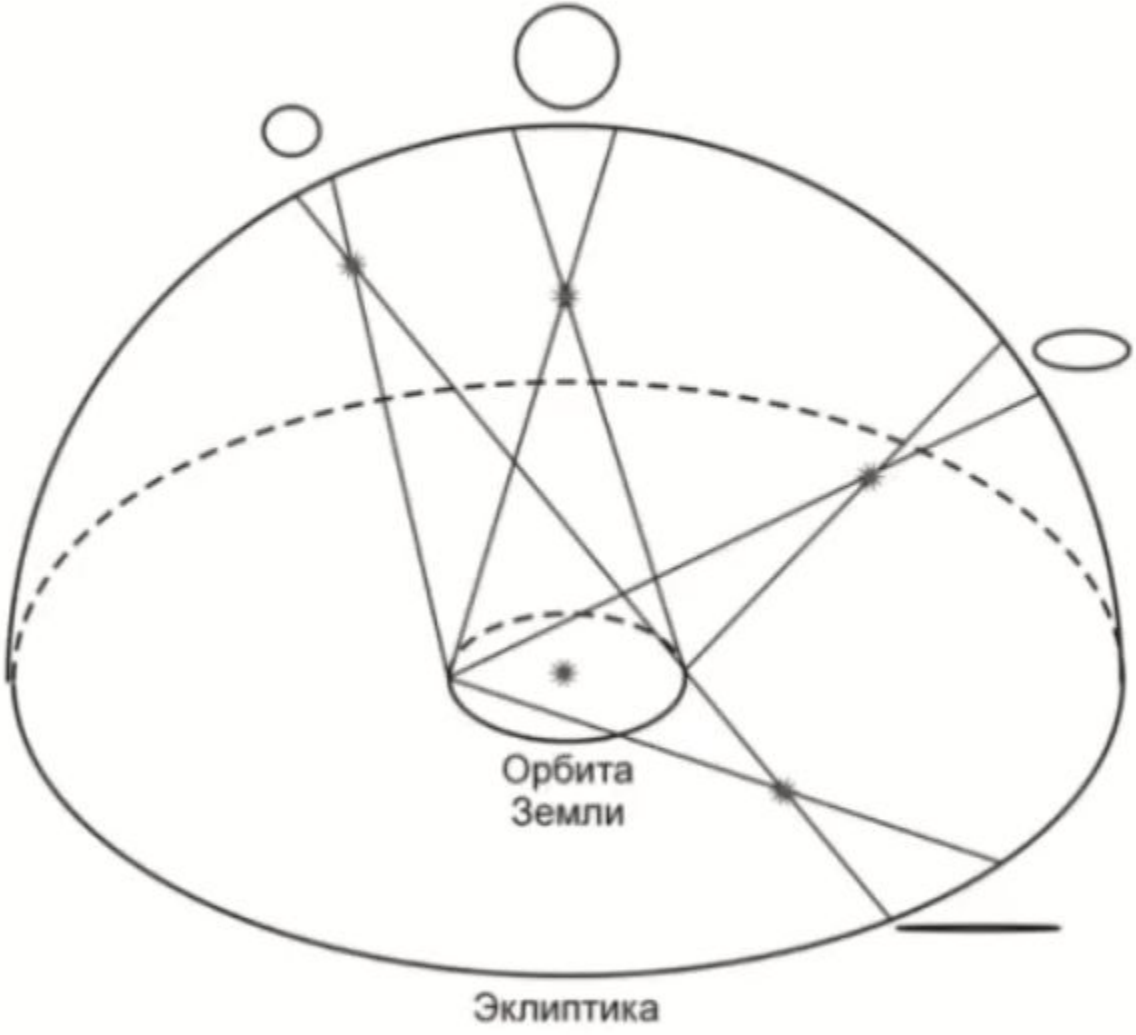
Задача - 1.3

1.3. Определите радиус Галактики Млечный Путь в километрах.

- Возьмем из учебника 29 параграф размеры Млечного пути – поперечник 100000 световых лет.
- Для решения задачи потребуется две величины:
- Скорость света: $c = 3 \cdot 10^5$ км
- Число секунд в году: $t = 365{,}25 \cdot 24 \cdot 3600 = 3{,}15 \cdot 10^7$ секунд
- Один световой год – путь который свет проходит за год: 1 св. год = $c \cdot t = 3 \cdot 10^5 \cdot 3{,}15 \cdot 10^7 = 9{,}45 \cdot 10^{12}$ км
- Радиус Галактики в километрах: $R = \frac{10^5 \text{ св.лет}}{2} = 5 \cdot 10^4 \cdot 9{,}45 \cdot 10^{12} = 4{,}7 \cdot 10^{17}$ км

Годичный параллакс

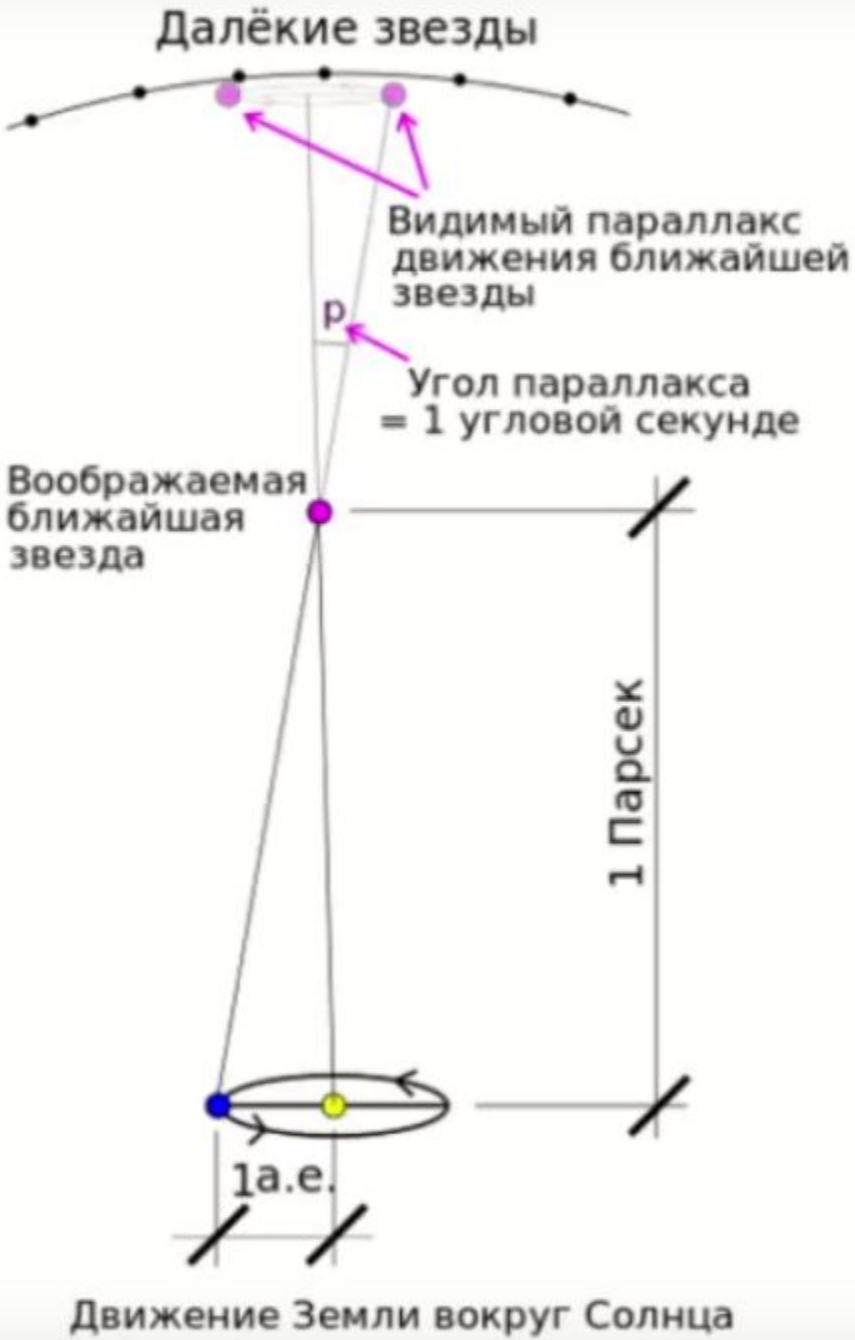
- Геометрические размеры:
- $\sin \pi = \frac{a_{\oplus}}{r}$
- Приближение малых углов
- $\pi'' = \frac{1}{r}$



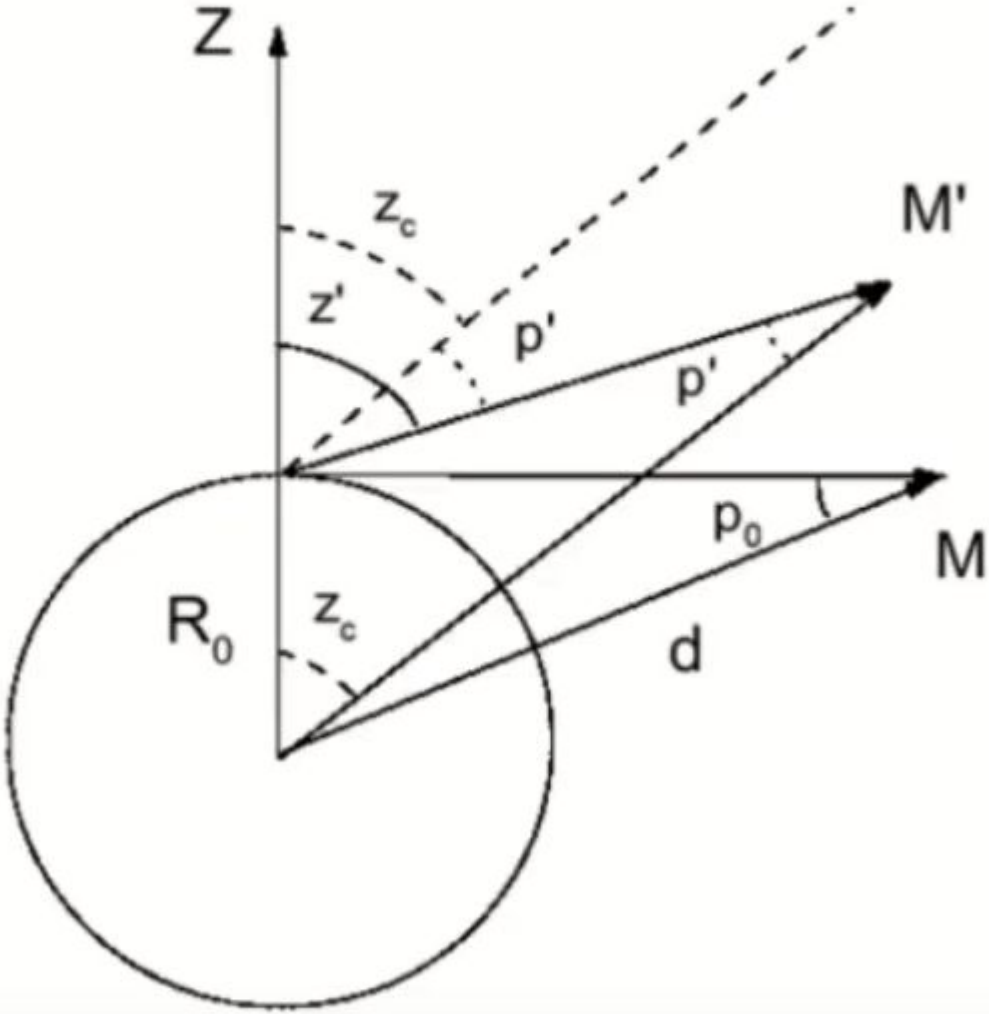
Парсек

- 1 пк ≈ 206 264,8 а. е. = $3{,}0856776 \cdot 10^{13}$ км = 3,2616 светового года.

- Парсек — это расстояние, с которого отрезок длиной в одну астрономическую единицу (практически равный среднему радиусу земной орбиты), перпендикулярный лучу зрения, виден под углом в одну угловую секунду (1″)



Горизонтальный параллакс

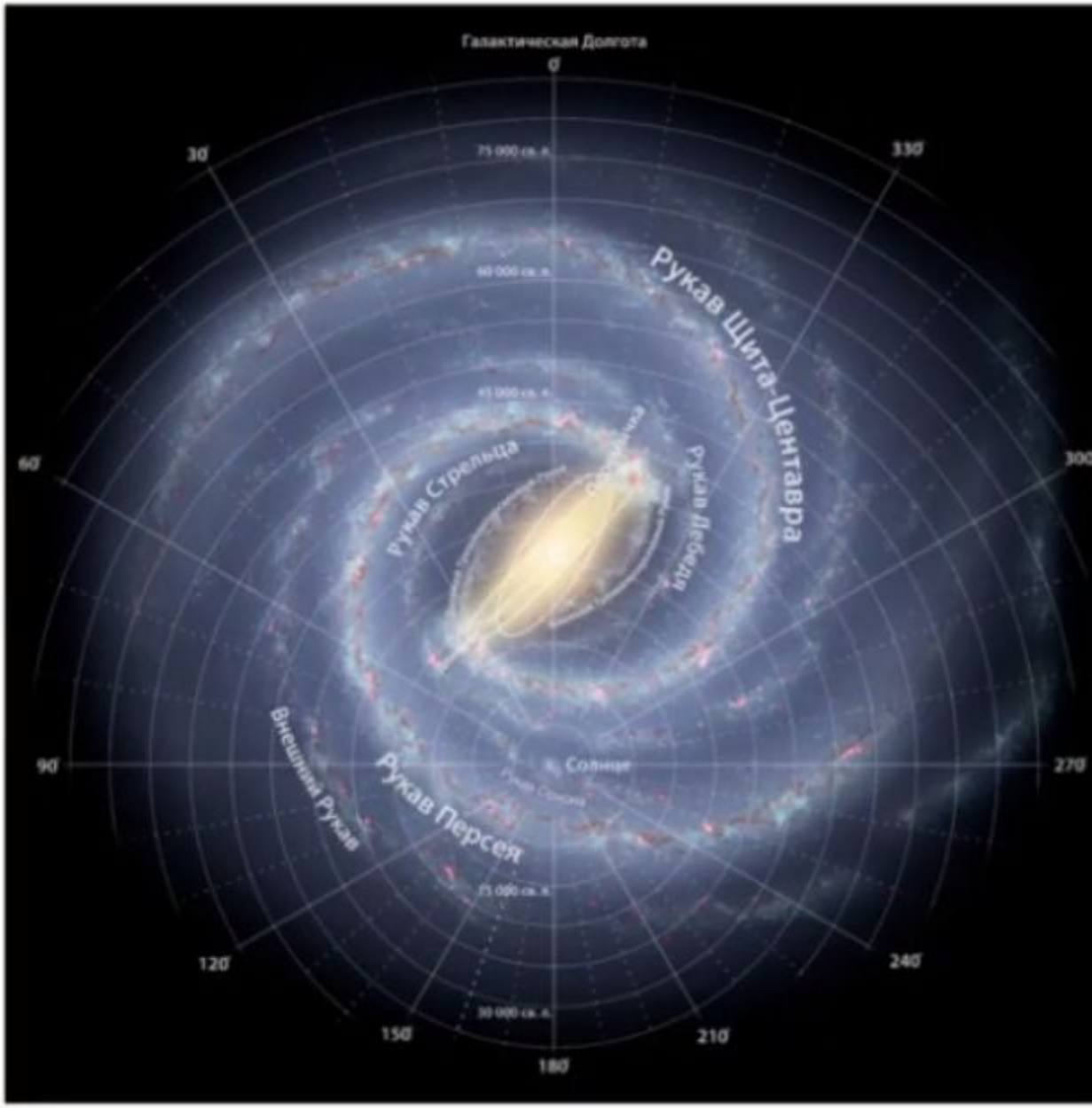


- $p' = p \sin z'$
- $z_c = z' - p \sin z'$
- $\sin p_0 = \frac{R_\oplus}{d}$
- $d = \frac{206265'' \, R_\oplus}{p_0''}$

Световой год

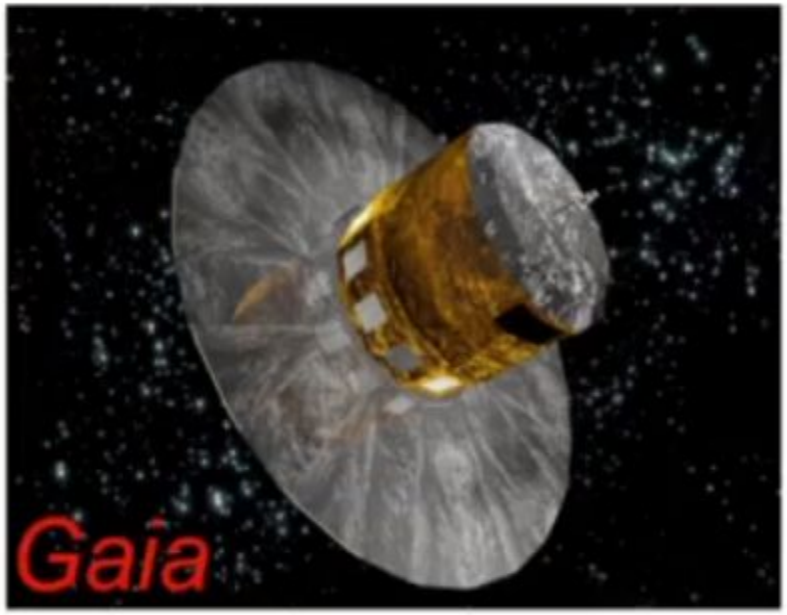
- **Световой год** (русское обозначение: св. год; международное: ly) — единица измерения расстояния в астрономии, равная дистанции, которое электромагнитные волны (свет) проходят в вакууме не испытывая влияния гравитационных полей за один юлианский год.

- 1 св. год = 3,26 пк



Шкала расстояний в астрономии

- Диаметры объектов – км
- Планетные системы – а.е.
- Расстояния между звезд – пк
- Размеры галактик – 10- 100 кпк
- Расстояния между галактик – 1 Мпк
- Размеры скоплений галактик – 10 Мпк
- Размеры сверхскоплений галактик – 100 Мпк
- Размеры наблюдаемой вселенной – 4 Гпк



Задача - 1.4

1.4. Сигнал с посланием о нашей цивилизации отправили в сторону шарового скопления М13. Когда можно ожидать ответ?

- Возьмем из учебника 30 параграф, подведение итогов, расстояние до М13 – 7,6 кпк.
- Для решения задачи потребуется величина перевода пк в световые годы:
- Соотношение световых лет и пк: $1\,\text{пк} = 3{,}26\,\text{св. года}$
- Вывод о том, что сигнал движется со скоростью света. Следовательно он должен сначала дойти до скопления М13. И после принятия и его отправки обратно он пройдет тоже расстояние.
- Расстояние до М13 в световых годах: $R_{M13} = 7{,}6 \cdot 10^3 \cdot 3{,}26 = 2{,}48 \cdot 10^4\,\text{св. лет}$
- Следовательно сигнал пройдет туда и обратно: $t = 2 \cdot R_{M13} = 2{,}48 \cdot 10^4 \cdot 2 \approx 5 \cdot 10^4\,\text{лет}$

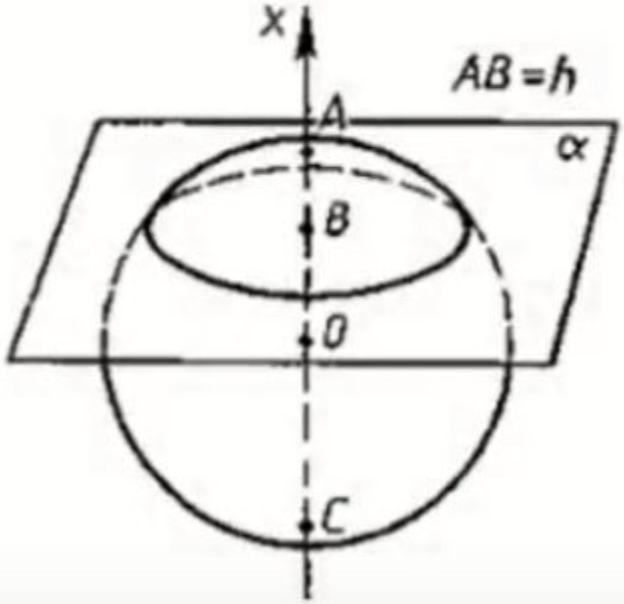
Задача - 1.5

1.5. Из вещества Солнца сделали проволоку диаметром 1 мм, не изменяя её среднюю плотность. Дотянется ли эта проволока из центра до края Галактики?

- Раз плотность не изменили, значит объем Солнца превратился в объем проволоки. Потребуется формула объема шара равного Солнцу:
- $V_{\text{Шара}} = \frac{4}{3}\pi R_{\odot}^{3} = \frac{1}{6}\pi D_{\odot}^{3}$
- Представление, что проволока это цилиндр, соответственно объем цилиндра с заданным по условию диаметром – 1 мм:
- $V_{\text{цилиндра}} = \pi R_{\text{цилиндра}}^{2} h_{\text{цилиндра}} = \frac{\pi D_{\text{цилиндра}}^{2} h_{\text{цилиндра}}}{4}$
- Приравняем эти два объема и выразим высоту полученного цилиндра и переведём полученную величину в световые годы:
- $h_{\text{цилиндра}} = \frac{2}{3}\left(\frac{D_{\odot}}{D_{\text{цилиндра}}}\right)^{2} \cdot D_{\odot} = \frac{2}{3}\left(\frac{1{,}4\cdot 10^{6}\ \text{км}}{10^{-6}\ \text{км}}\right)^{2} \cdot 1{,}4 \cdot 10^{6} = 1{,}8 \cdot 10^{30}\ \text{км} \approx 2 \cdot 10^{17}\ \text{св. лет}$, чтобольше размеров наблюдаемой Вселенной

Массы, плотности и объемы

- Связь массы, плотности и объема:
- $M = \rho \cdot V \implies \frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{V_1}{V_2}$
- Объем шара:
- $V_{\text{Шара}} = \frac{4}{3}\pi R^3_{\text{шара}} = \frac{1}{6}\pi D^3_{\text{шара}}$
- Объем сегмента шара:
- $V_{\text{сегмента шара}} = \frac{\pi \cdot h^2_{\text{сегмента шара}}}{3} \cdot \left(3R - h_{\text{сегмента шара}}\right)$
- Объем слоя:
- $V_{\text{слоя}} = \frac{4}{3}\pi R^2_{\text{шара}} h_{\text{слоя}}$
- Объем диска и цилиндра:
- $V_{\text{цилиндра}} = \pi R^2_{\text{цилиндра}} h_{\text{цилиндра}}$
- Объем кольца:
- $V_{\text{кольца}} = \pi(R^2_{\text{внешнее}} - R^2_{\text{внешнее}}) h_{\text{кольца}}$
- Объем тора:



Задача - 1.6

1.6. Космический аппарат вылетел из Солнечной системы со скоростью 10 км/с. Сколько времени он будет лететь до звезды Проксима Центавра?

- Из параграфа 8 учебника расстояние до Прокисмы 1,4 пк.
- Переведем эту величину в световые годы, если $1\ \text{пк} = 3{,}26\ \text{св. года}$:
- Получается, что расстояние до Проксимы составит – 4,6 светового года
- Определим во сколько раз скорость корабля меньше чем скорость света:
- $\frac{V_{\text{корабля}}}{\text{c}} = \frac{10}{3 \cdot 10^5} = 3{,}3 \cdot 10^{-4}$
- То есть скорость корабля в 30000 раз медленнее скорости света, следовательно во столько же раз увеличится и время полета:
- $t_{\text{перелета}} = \frac{\text{c}}{V_{\text{корабля}}} \cdot t_{\text{света}} = 3 \cdot 10^4 \cdot 1{,}4 \cdot 3{,}26 = 1{,}37 \cdot 10^5$ лет , следовательно время перелета составит 137 тысяч лет

Отношения скоростей

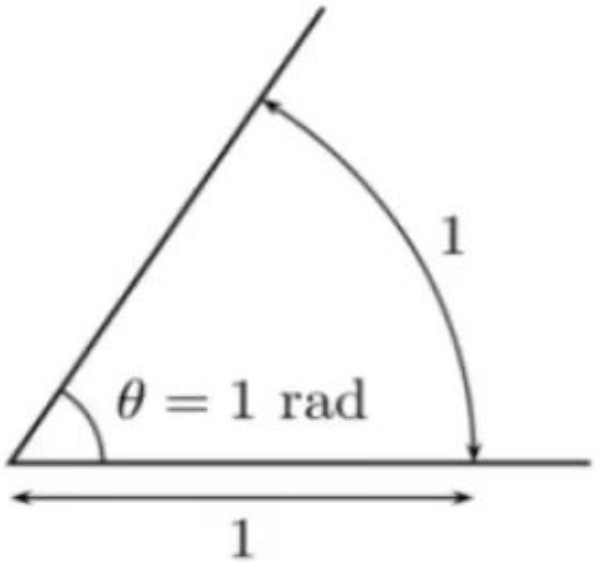
- Отношения при рассмотрении времен и скоростей очень полезны и дают возможность сравнивать между собой параметры движения объектов:
- $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{2\pi R_1}{T_1}}{\frac{2\pi R_2}{T_2}} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{T_2}{T_1}$
- Скорость Земли по орбите вокруг Солнца:
- $V_{\text{Земли}} = 30\ \text{км/сек}$
- Скорость Луны по орбите вокруг Земли:
- $V_{\text{Луны}} = 1\ \text{км/сек}$
- Скорость Солнца вокруг центра Галактики:
- $V_{\text{Земли}} = 220\ \text{км/сек}$

Задача - 1.7

1.7. Расстояние до Луны — 1,3 световых секунды, а её угловой диаметр при наблюдении с Земли равен 0,5°. Во сколько раз Луна меньше Земли по радиусу?

- Из параграфа 13 учебника радиус Земли составляет 6371 км.
- Переведем 1,3 световой секунды в км $1\ \text{св. сек} = 3{,}9 \cdot 10^5 \text{км}$
- Используя формулу углового размера из определения радиана выясним радиус Луны:
- $\alpha = \frac{R}{L} \Leftrightarrow R_{\text{Луны}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \frac{\alpha_{\text{Луны}}}{57{,}3^\circ} = \frac{1}{2} \cdot 3{,}9 \cdot 10^5 \cdot \frac{0{,}5^\circ}{57{,}3^\circ} \approx 1701$ км
- Найдем отношение размеров:
- $\frac{R_{\text{Земли}}}{R_{\text{Луны}}} = \frac{6371\ \text{км}}{1701\ \text{км}} = 3{,}75$

Угловые единицы измерения



- Углы

$$\alpha = \frac{R}{L} \Leftrightarrow \alpha'' = 206265'' \frac{R}{L}$$

- Малые углы

$$\sin\alpha \approx \frac{\alpha''}{206265''}$$

  - Для $\alpha = \frac{\pi}{6}$
  - $\sin\frac{\pi}{6} = 0.50$ и $\frac{30^\circ \cdot 3600''}{206265''} \approx 0.52$
  - 2π - 360°
  - 1 радиан $= \frac{360^\circ \cdot 60' \cdot 60''}{2\pi} \approx 206264{,}8'' \approx 206265''$

- Градусы
  - От 0° - 360°
  - В $1^o = 60' = 3600''$
  - В $1' = 60''$
- Часы
  - От 0^h - 24^h
  - 24^h - 360°
  - 1^h - 15°
  - 4^m - 1°
- Радианы
  - От 0 до 2π

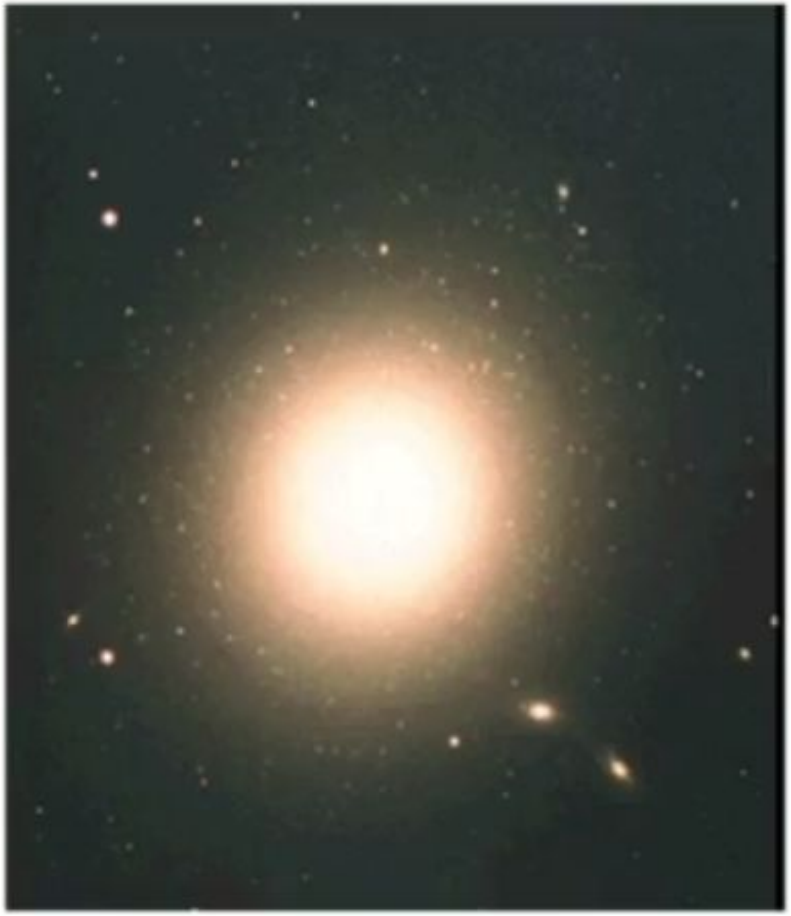
    $$l = \alpha \cdot R$$

  - 2π - 360°
  - 1 радиан $= \frac{360^\circ \cdot 60' \cdot 60''}{2\pi} \approx 206264{,}8'' \approx 206265''$

Задача - 1.8

1.8. Масса галактики M87 равна $3 \cdot 10^{12}$ масс Солнца, угловой диаметр $7'$, расстояние до неё 55 миллионов световых лет. Найдите среднюю плотность галактики.

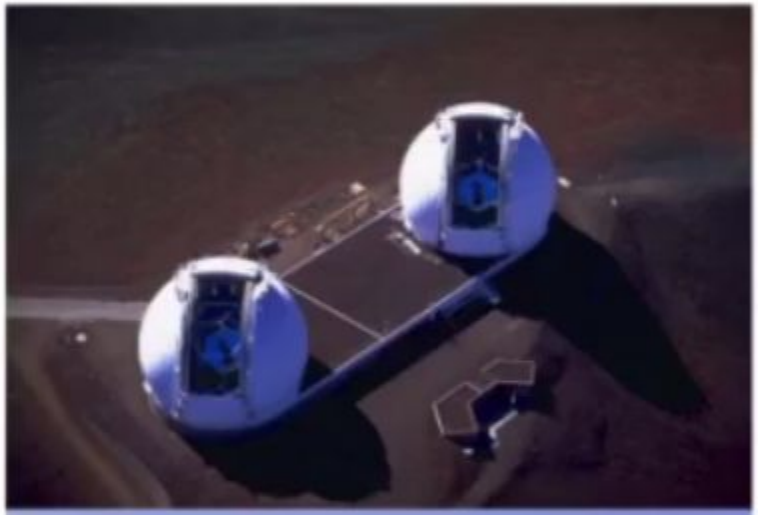
- Вспомни чему равна плотность:
- $\rho = \frac{M}{V}$
- Воспользуемся формулой углового размера для нахождения радиуса M87, только теперь выберем коэффициент перевода из радиан в угловые минуты:
- $\alpha = \frac{R}{L} \Leftrightarrow R_{\text{Луны}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \frac{\alpha_{\text{M87}}}{3438'} = \frac{1}{2} \cdot 5{,}5 \cdot 10^7 \cdot \frac{7'}{3438'} \approx 1{,}1 \cdot 10^5 \text{св. лет} \approx 34{,}3 \text{ кпк}$
- В предположении, что галактика имеет сферическую форму, найдем среднюю плотность M87:
- $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3 \cdot 10^{12} \text{M}_\odot}{\frac{4}{3}\pi R_{\text{M87}}^3} = 0{,}018 \text{M}_\odot \quad /\text{пк}^3 \approx 8 \cdot 10^{-21} \text{кг/м}^3$



Задача - 1.9

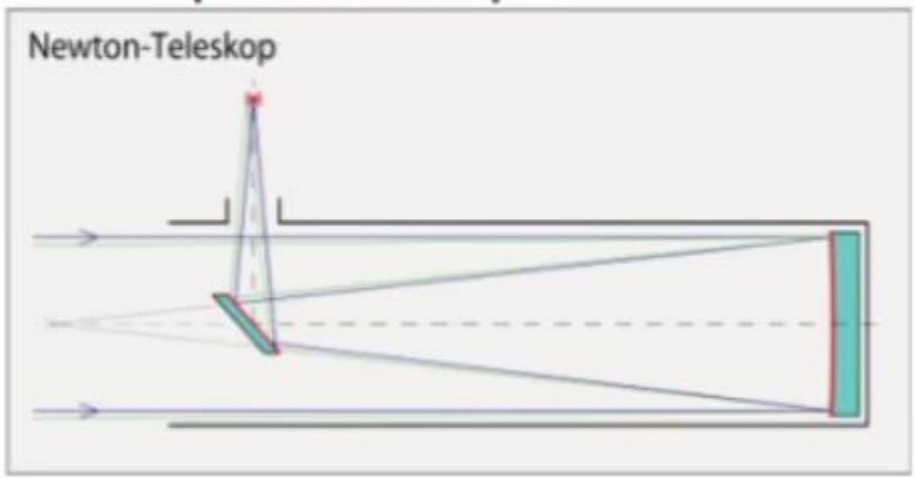
1.9. С помощью интерферометра из больших оптических телескопов на Гавайских островах проводятся наблюдения Марса с расстояния 1 а.е. Детали какого наименьшего размера на Марсе можно будет изучить?

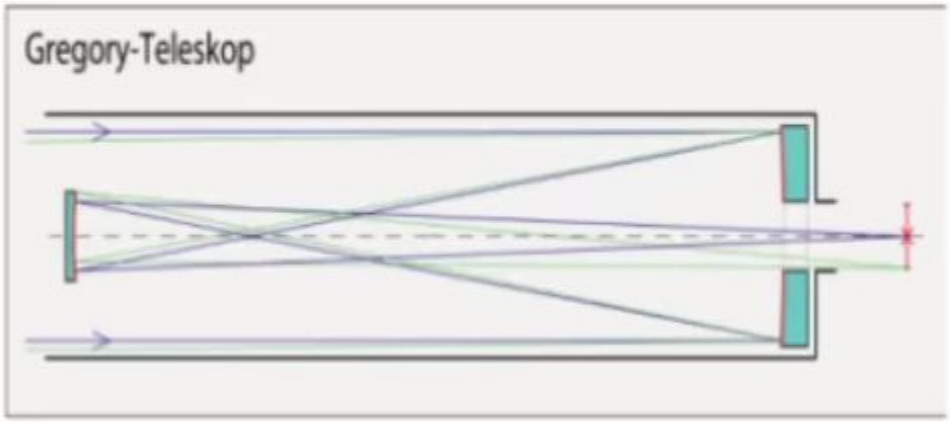
- Вспомним, что 1 а.е. в км $1\,\text{а.е.} = 1{,}5 \cdot 10^8$ км
- Используя формулу углового разрешения телескопа из параграфа 19 и диаметра телескопа на гавайах в 10 м , а также из фотографии телескопов видим что расстояния между ними составляет 140 м определим угловое разрешение телескопа в угловых секундах:
- $\alpha = \frac{140''}{D} \Leftrightarrow \alpha = \frac{140''}{1{,}4 \cdot 10^4} \approx 0{,}01''$
- Найдем какое линейное расстояние соответсвует этому углу с 1 а.е.:
- $L_{\text{Марсе}} = \Delta \cdot \frac{\alpha_{\text{Телескопа}}}{206265''} = 1{,}5 \cdot 10^8 \cdot \frac{0{,}01''}{206265''} \approx 7$ км

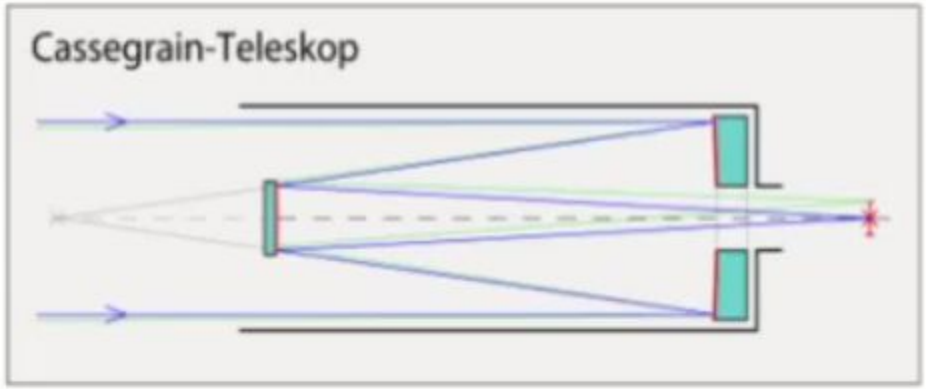


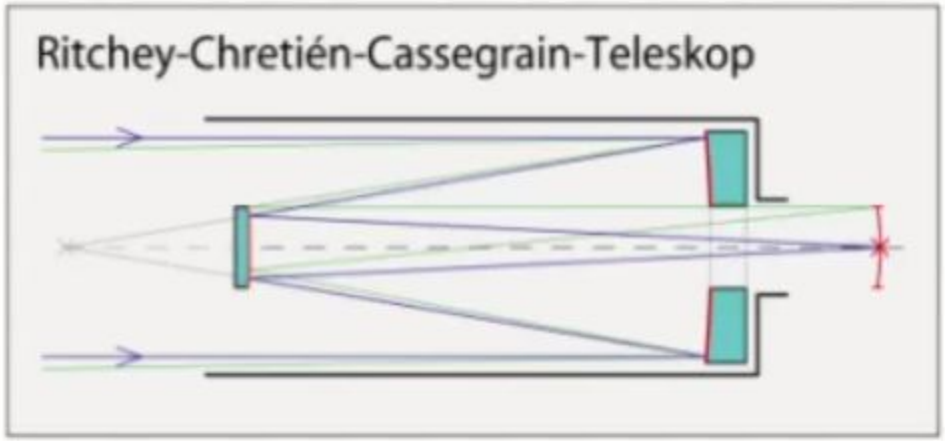
Рефрактор

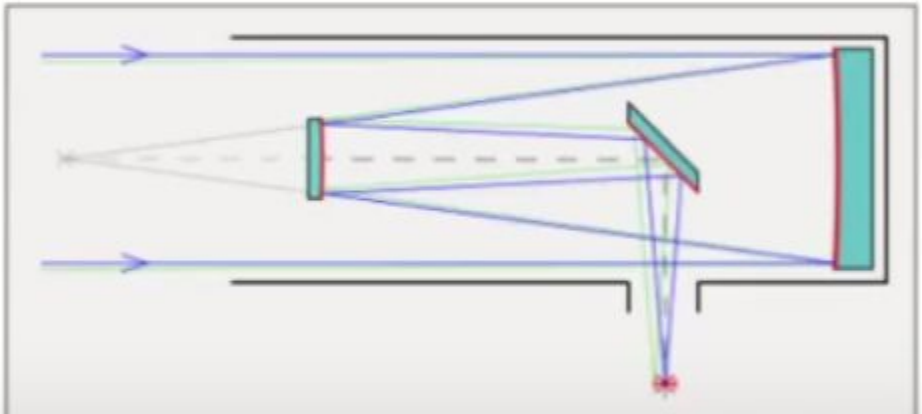
Рефлектор

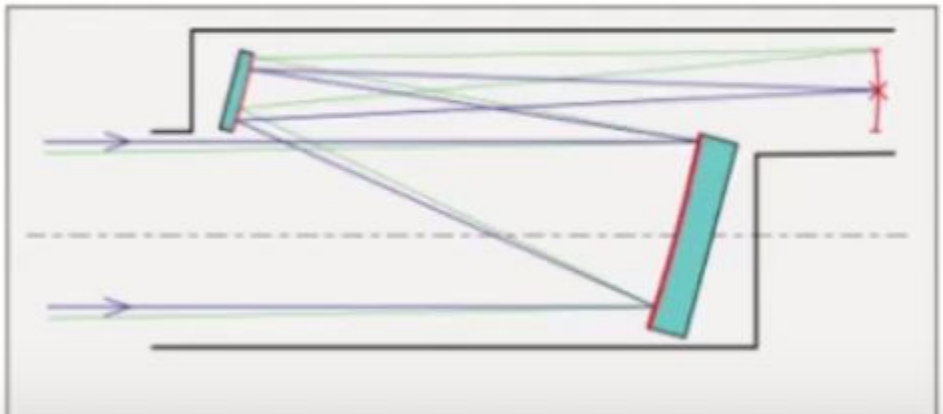

Newton-Teleskop


Gregory-Teleskop

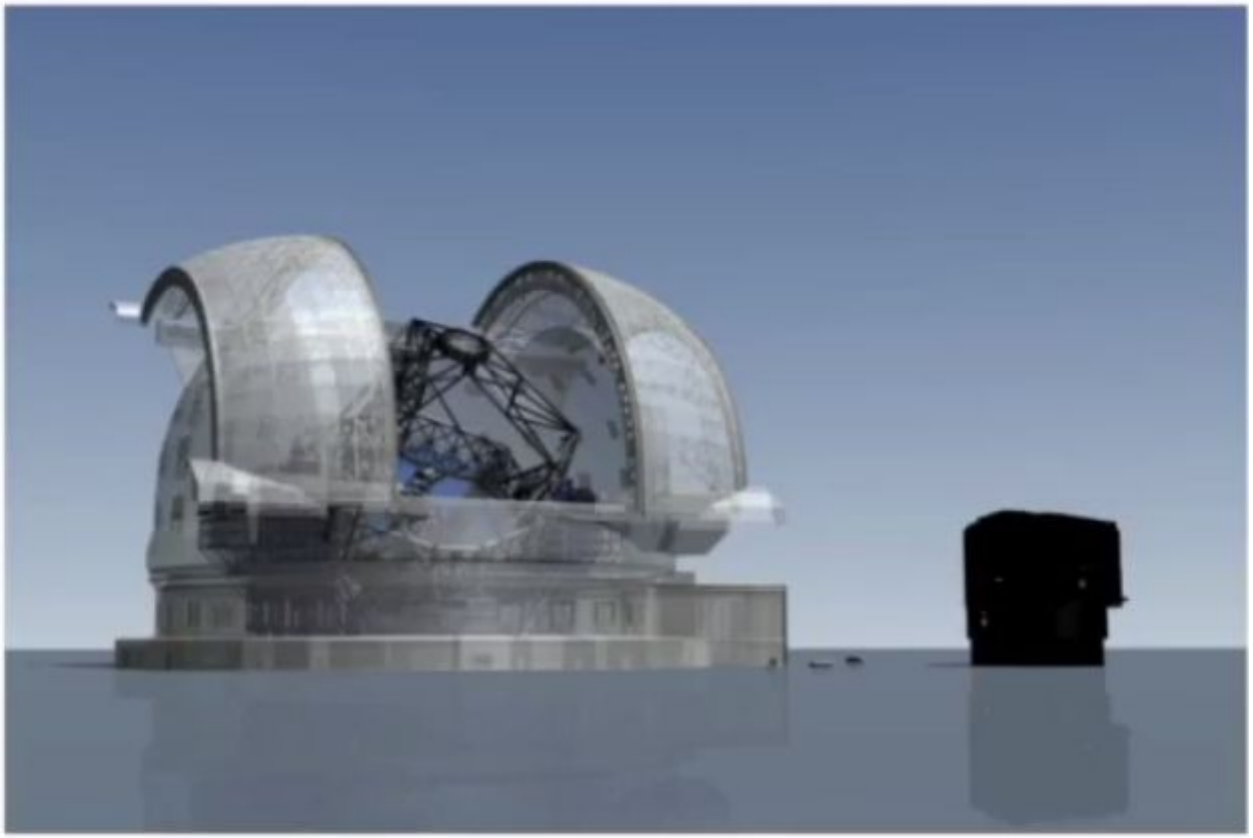

Cassegrain-Teleskop


Ritchey-Chretién-Cassegrain-Teleskop





Формула Погсона



- Формула Погсона

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)} \Rightarrow m_1 - m_2 = -2,5\lg\left(\frac{E_1}{E_2}\right)$$

Задача - 1.10

1.10. Во сколько раз звёздное скопление Плеяды в небе Земли светит слабее Солнца?

- Вспомним и посмотрим на фотографию плеяд в учебнике в параграфе 29 и увидим, что в скоплении видно 8 звезд 3^m
- Из справочных данных в конце задачника увидим, что видимая звездная величина Солнца на Земле составляет $-27{,}6^m$
- Воспользуемся формулой Погсона для нахождения отношения яркостей, для упрощения будем считать 8 ярчайших звезд плеяд одинаковыми.
- $\frac{E_\odot}{E_{M45}} = \frac{E_\odot}{8E_3} = \frac{1}{8} \cdot 10^{0,4(m_3 - m_\odot)}$
- Подставим числа и найдем итоговый ответ:
- $\frac{E_\odot}{E_{M45}} = \frac{E_\odot}{8E_3} = \frac{1}{8} \cdot 10^{0,4(3+27,6)} \approx 2{,}2 \cdot 10^{11}$

Задача - 1.11

1.11. Когда-нибудь Солнце станет белым карликом. Каким будет его радиус?

- Это так же вопрос ответ на который можно найти в параграфе 24.
- Средняя плотность белого карлика $\sim 10^7$ г/см^3.
- Попробуем оценить размер белого карлика с массой в одну Солнечную и указанной выше плотностью:
- $R_{\text{БК}} = \sqrt[3]{\frac{\text{M}_\odot}{\frac{4}{3}\pi\rho_{\text{БК}}}} = \sqrt[3]{\frac{2\cdot 10^{30}}{\frac{4}{3}\pi 10^{10}}} \approx 3600$ км
- Радиус

$$\sim R_\oplus \approx 0{,}01 R_\odot$$

Белые карлики

- Светимость

$$\sim 10^{-4} L_{\odot}$$

- Масса

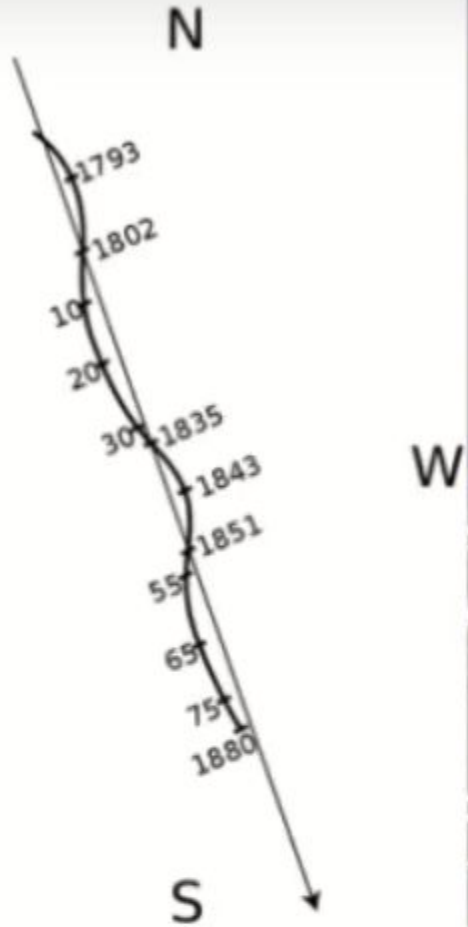
$$M_{WD} < 1{,}44 M_{\odot}$$

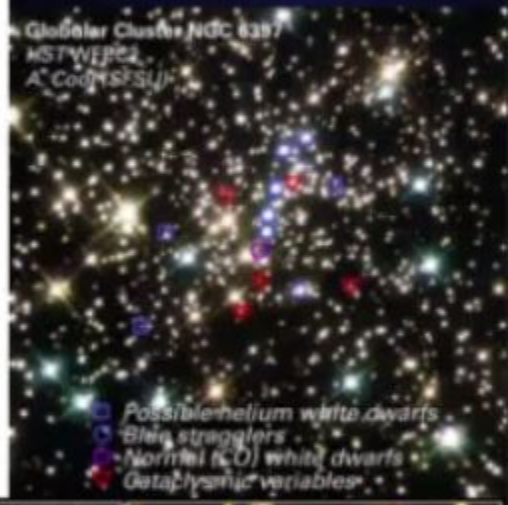
- Радиус

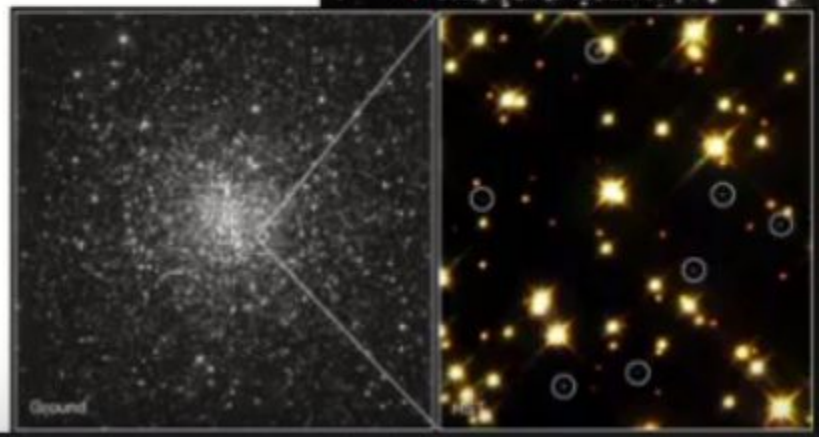
$$\sim R_{\oplus} \approx 0{,}01 R_{\odot}$$

- Уравнение состояния – вырожденный электронный газ:

$$P = k\rho^{5/3}$$







Задача - 1.12

1.12. Почему телескоп имени Хаббла с зеркалом диаметром 2 метра иногда обеспечивает лучшее разрешение, чем наземные телескопы с диаметром зеркала 6—8 метров?

- Это так же вопрос ответ на который можно найти в параграфе 19.
- Ответ кроется в атмосфере Земли, она искажает путь лучей поскольку в ней присутствует турбуленция. И характерные величины этого размывание 1”.
- Лучшие обсерватории расположены в местах, ше такие изображения достигают 0,4”-0,6”
- Разрешение же крупнейших оптический телескопов на порядок и более превышает эти величины.
- Поэтому были изобретены системы адаптивной корректирующей оптики.

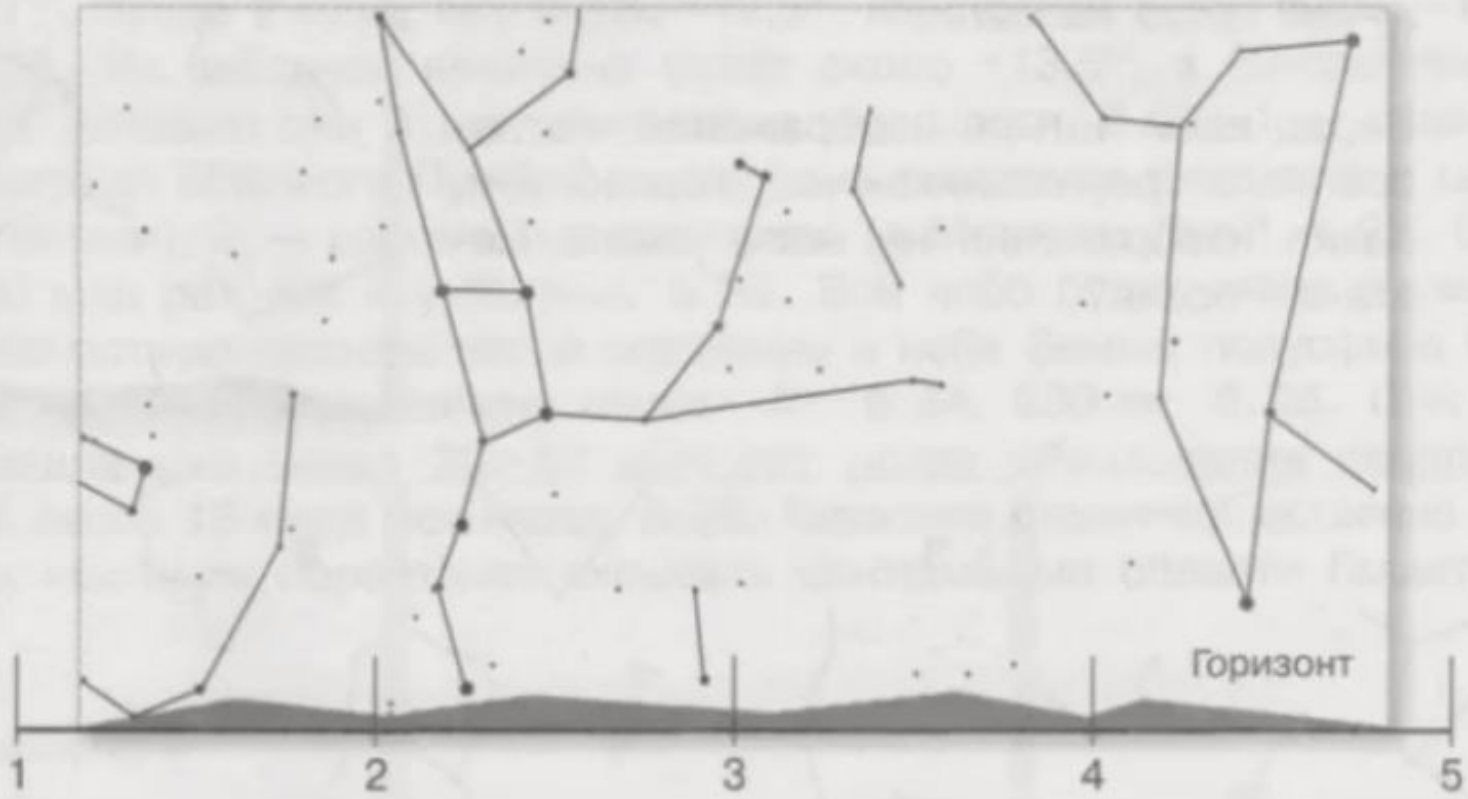
Задача - 2.4

2.1. Известно, что звезда 2^m светит в $10^{0,4} = 2,512$ раз слабее звезды 1^m, звезда 3^m — в 2,512 раз слабее звезды 2^m и т.д. Во сколько раз самые тусклые звёзды, заметные глазом (6^m), светят слабее звёзд 1^m?

- Для решения данной задачи нужно воспользоваться формулой Погсона:
- $\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$
- Подставив в нее величины:
- $\frac{E_1}{E_6} = 10^{0,4(6-1)} = 10^2 = 100$
- Получим ответ – 100 раз

Задача - 2.4

2.4. Какая из пяти точек горизонта, помеченных на рисунке, — точка севера?



- На изображении мы видим ковш Большой Медведицы и на самом краю часть созвездия Малой медведицы – правильный ответ - 1

Задача - 2.5

2.5. Что ярче в небе Земли — все звёзды ковша Большой Медведицы или звезда Вега?

- Для решения данной задачи нужно воспользоваться формулой Погсона:
- $\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$
- Вспомним, что в учебнике указано ,что 7 звезд ковша примерно 2^m. А Вега – 0^m.
- Найдём отношение освещенностей:
- $\frac{E_1}{7E_2} = \frac{1}{7}10^{0,4(2-0)} = \frac{1}{7}10^{0,8} = 0,9$
- Следовательно звёзды ковша ярче

Задача - 2.6

2.6. Крупным телескопам доступны звёзды, в миллиард раз более слабые, чем звёзды, доступные невооружённому глазу. Какова их звёздная величина?

- Для решения данной задачи нужно воспользоваться формулой Погсона:
- $\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$
- Вспомним, что наиболее слабые звезды доступные невооруженному глазу- 6,5m.
- Запишем отношение освещенностей для звездных величин:
- $10^9 = 10^{0,4(m_{\text{телескопа}} - 6,5)}$
- Следовательно диаметр телескопа будет равен:
- $m_{\text{телескопа}} = 2,5 \cdot 9 + 6,5 = 29^{\,m}$

Задача - 2.8

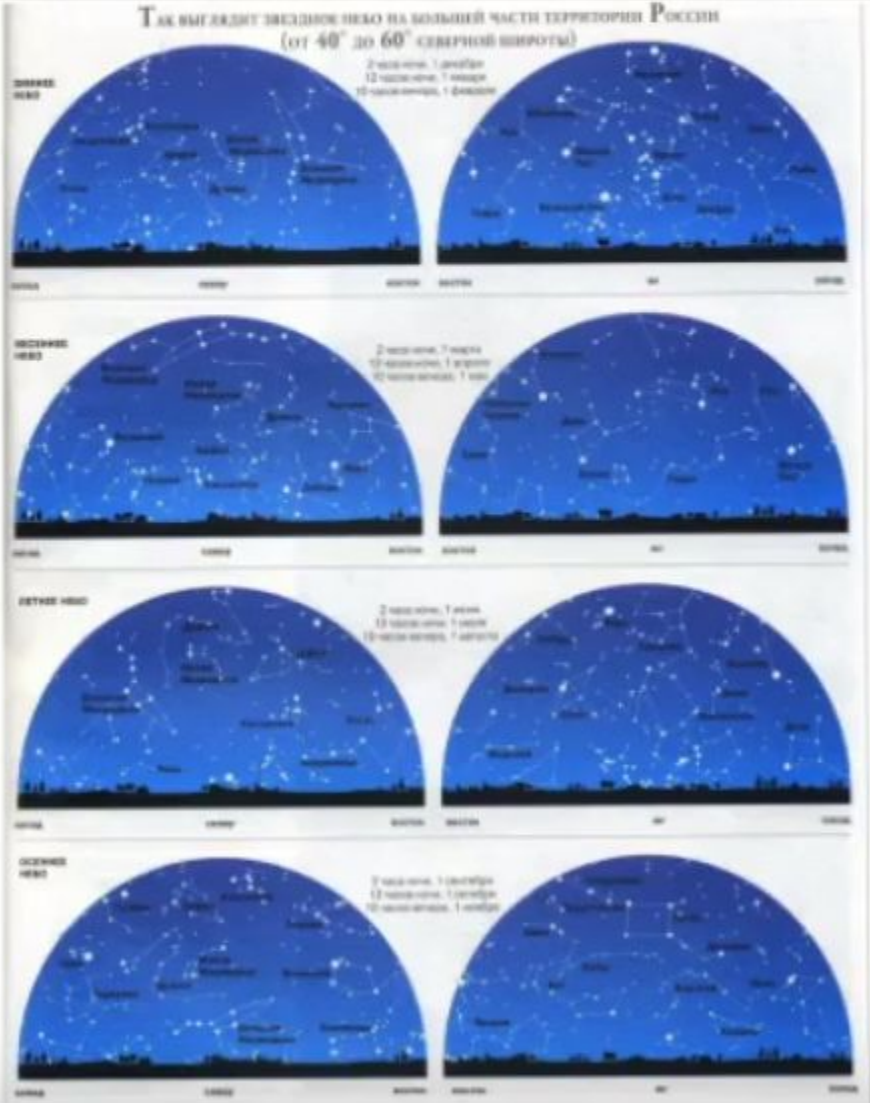
2.8. Сколько точек небесной сферы не изменяют своего положения относительно земного горизонта?

- Если брать точки небесной сферы в экваториальной системе - то только северный и южный полюса. Азимуты и высоты этих точек не изменяются из-за суточного вращения небосвода.
- Если брать точки небесной сферы в горизонтальной системе координат, то это точки севера, юга, запада, востока, зенита и надира.

Задача - 2.10

2.10. Могут ли звёзды одного созвездия за несколько часов изменить положение относительно горизонта? А одна относительно другой?

- Ответ на первый вопрос- да конечно могут в следствии вращения Земли.
- На второй вопрос – нет звезды очень далеки и их угловое смещение составляет угловые миллисекунды в год.



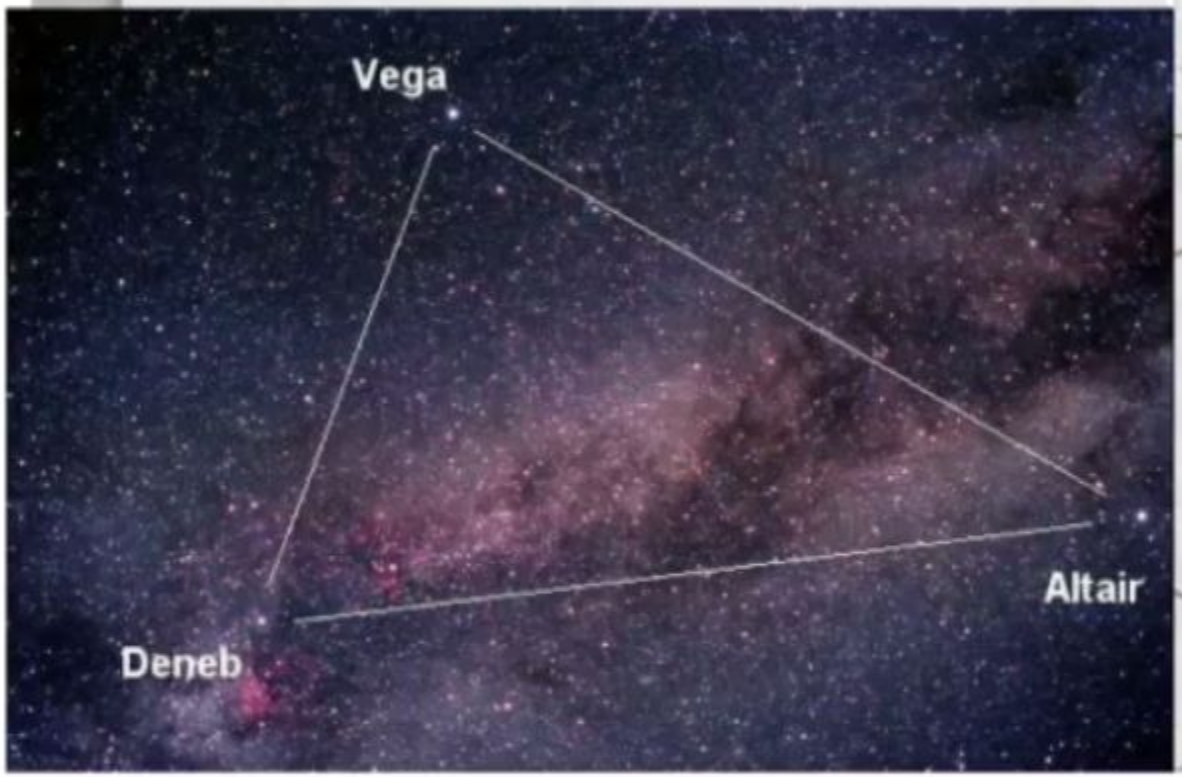
Задача - 2.11

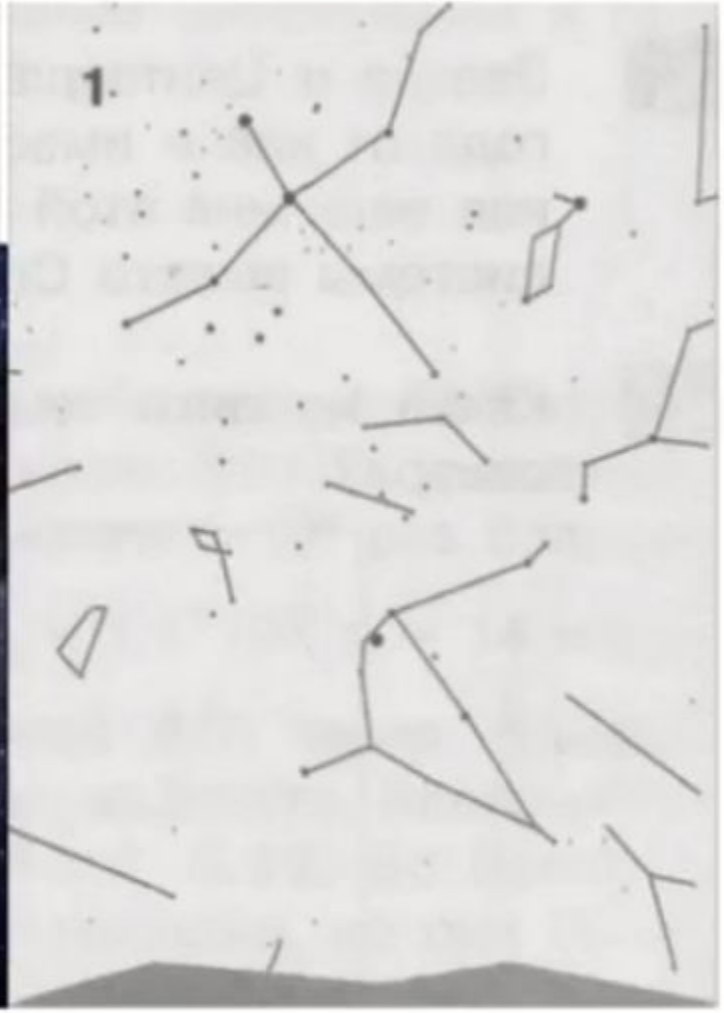
2.11. Солнце в июле перемещается по созвездию Близнецов. Когда это созвездие лучше всего видно на ночном небе?

- Ответ так же очевиден, если вспомнить, что Земля вращается вокруг Солнца и Солнце нам видится на фоне зодиакальных созвездий. И чтобы эти созвездия наблюдать нужно, чтобы Земля оказалась на противоположной точке орбиты, через полгода. Следовательно ответ - январь

Задача - 2.12

2.12. Почему «летне-осенний треугольник», состоящий из звёзд Вега (α Лиры), Денеб (α Лебедя) и Альтаир (α Орла), получил такое название?

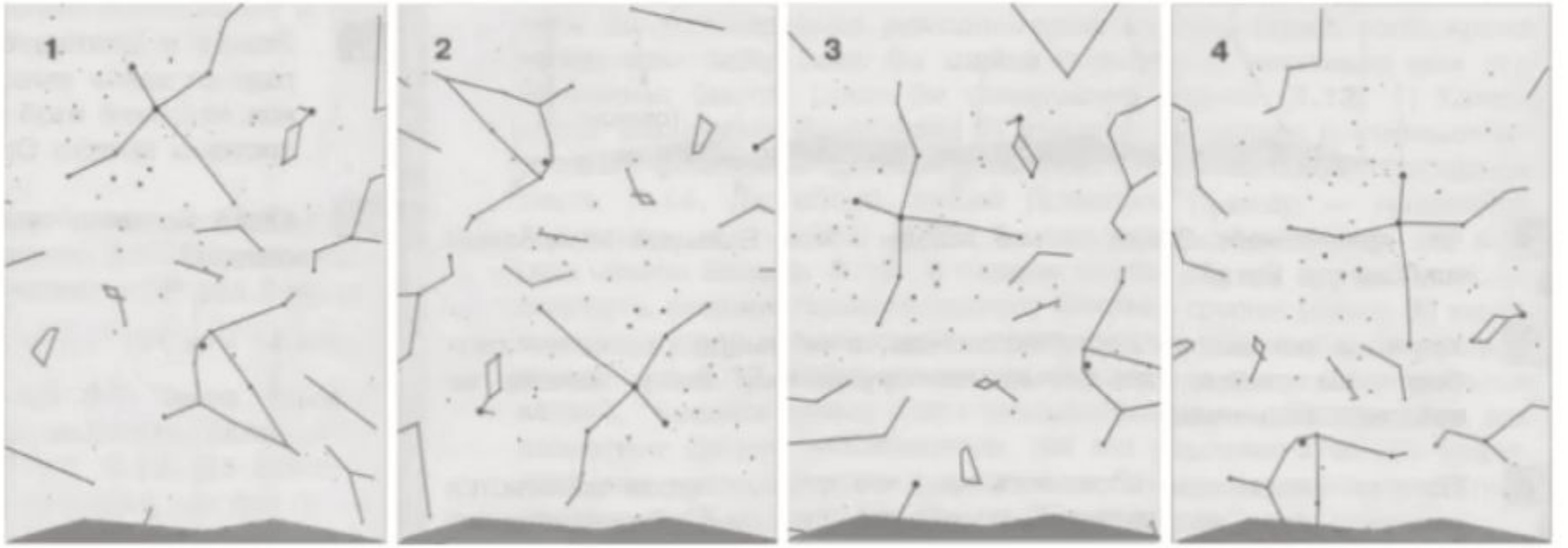




- Лучше всего виден в это время ночью и вечером. В средних широтах особенно, поскольку начинает быть виден примерно в одно и тоже время после захода Солнца.

Задача - 2.13

2.13. Перед вами четыре изображения «летне-осеннего треугольника» над горизонтом. Какие изображения не могут иметь места в России?



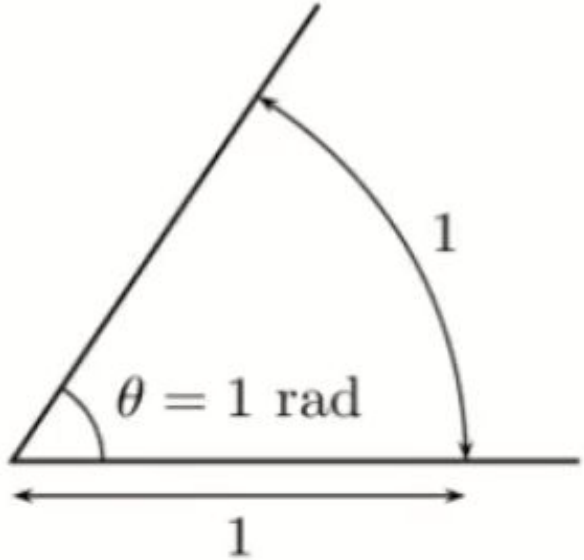
- №2 так как может быть только в южном полушарии, поскольку в кресте Лебедя, Денеб расположен в северной части созвездия

Задача - 2.14

2.14. Однажды вы увидели в созвездии Тельца яркий объект, похожий на звезду, которого нет на звёздной карте. Что это может быть?

- Вероятнее всего это какая то планета, поскольку созвездие Тельца зодиакальное и по нему проходит эклиптика, а значит годичный путь Солнца, пути Луны и планет.

Угловые единицы измерения



- Углы

$$\alpha = \frac{R}{L} \Leftrightarrow \alpha'' = 206265'' \frac{R}{L}$$

- Малые углы

$$\sin\alpha \approx \frac{\alpha''}{206265''}$$

  - Для $\alpha = \frac{\pi}{6}$
  - $\sin\frac{\pi}{6} = 0.50$ и $\frac{30^\circ \cdot 3600''}{206265''} \approx 0.52$
  - 2π - 360°
  - 1 радиан $= \frac{360^\circ \cdot 60' \cdot 60''}{2\pi} \approx 206264{,}8'' \approx 206265''$

- Градусы
  - От 0° - 360°
  - В $1^o = 60' = 3600''$
  - В $1' = 60''$

- Часы
  - От 0^h - 24^h
  - 24^h - 360°
  - 1^h - 15°
  - 4^m - 1°

- Радианы
  - От 0 до 2π

    $$l = \alpha \cdot R$$

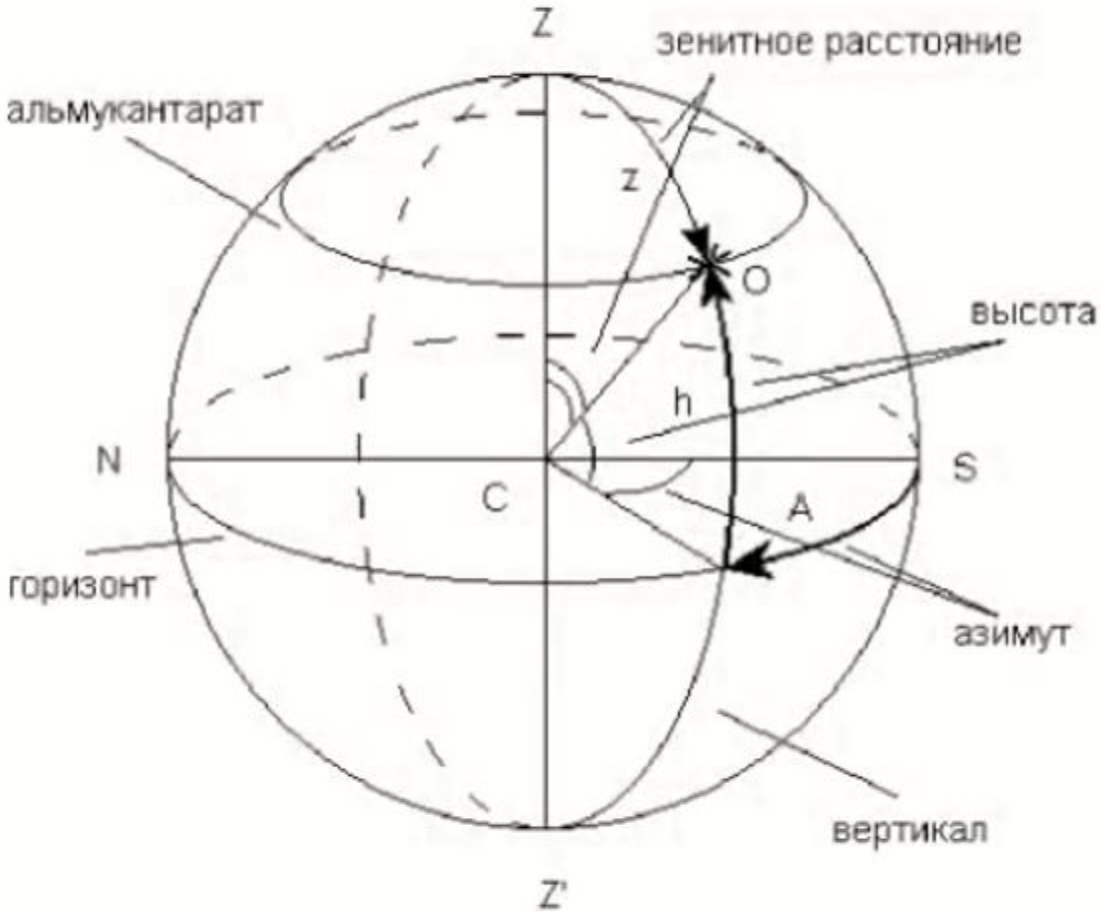
  - 2π - 360°
  - 1 радиан $= \frac{360^\circ \cdot 60' \cdot 60''}{2\pi} \approx 206264{,}8'' \approx 206265''$

Небесная сфера

- Небесная сфера - воображаемая сфера про извольного радиуса, на которую проецируются небесные тела.

- Большие круги
  - Математический горизонт – h=0° (N,E,S,W)
  - Экватор – δ = 0° (E,Q,W,Q')
  - Небесный меридиан Az= 0° и Az=180°, (N,Z,S,Z')
  - Эклиптика ε=23.5° (В.Р., Л.С., О.Р., З.С.)
  - Первый вертикал (E,Z,W,Z')
- Малые круги
  - Суточные круги светила - δ = const
  - Альмукантарат - h = const

Горизонтальные координаты



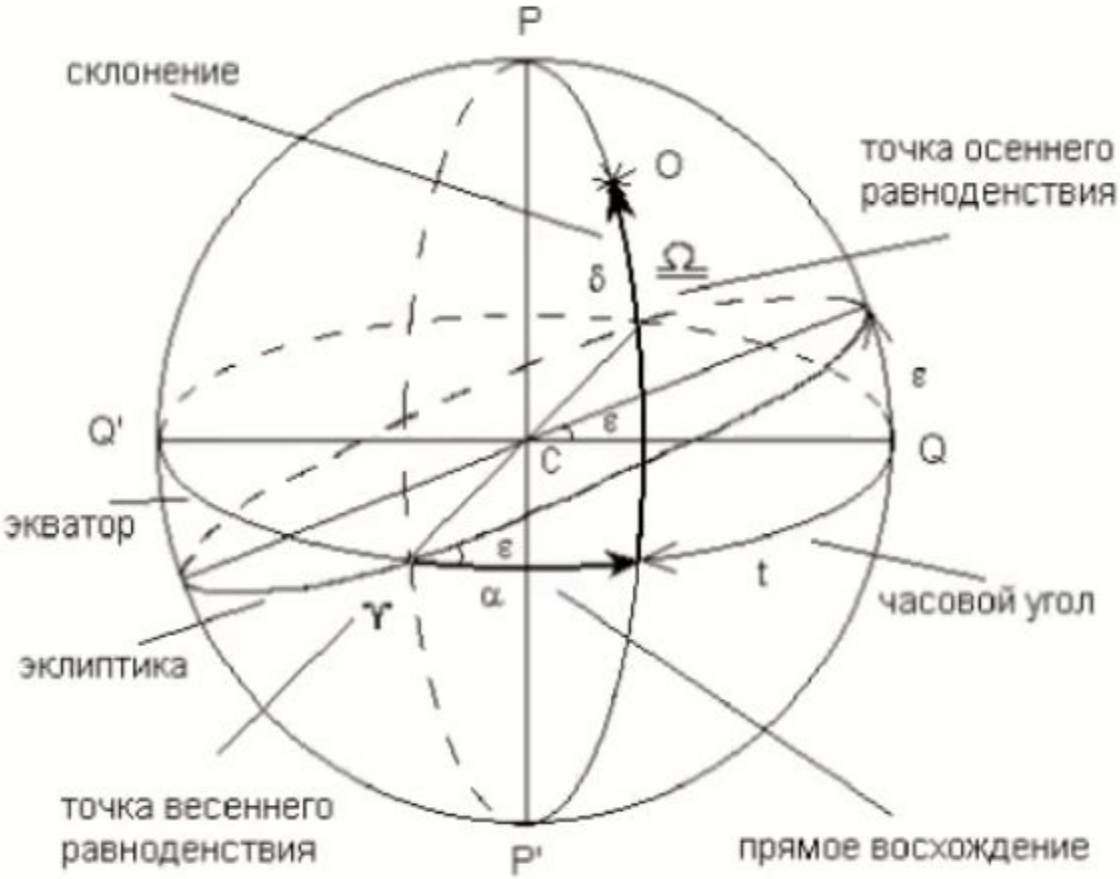
- Азимут - Az
  - Угол в плоскости горизонта от точки Юга (S) от 0° до 360°, или от 0° до 180° к W, и 0° до -180° к E,
- Высота - h
  - Угол в плоскости вертикала от математического горизонта до светила. От -90° до 90°
- Зенитное расстояние
  - Угол в плоскости вертикала от зенита Z до светила. От 0° до 180°
- Зенит – Z (h=90°)
- Надир – Z′ (h=-90°)

$$h + z = 90^\circ$$

Небесные координаты

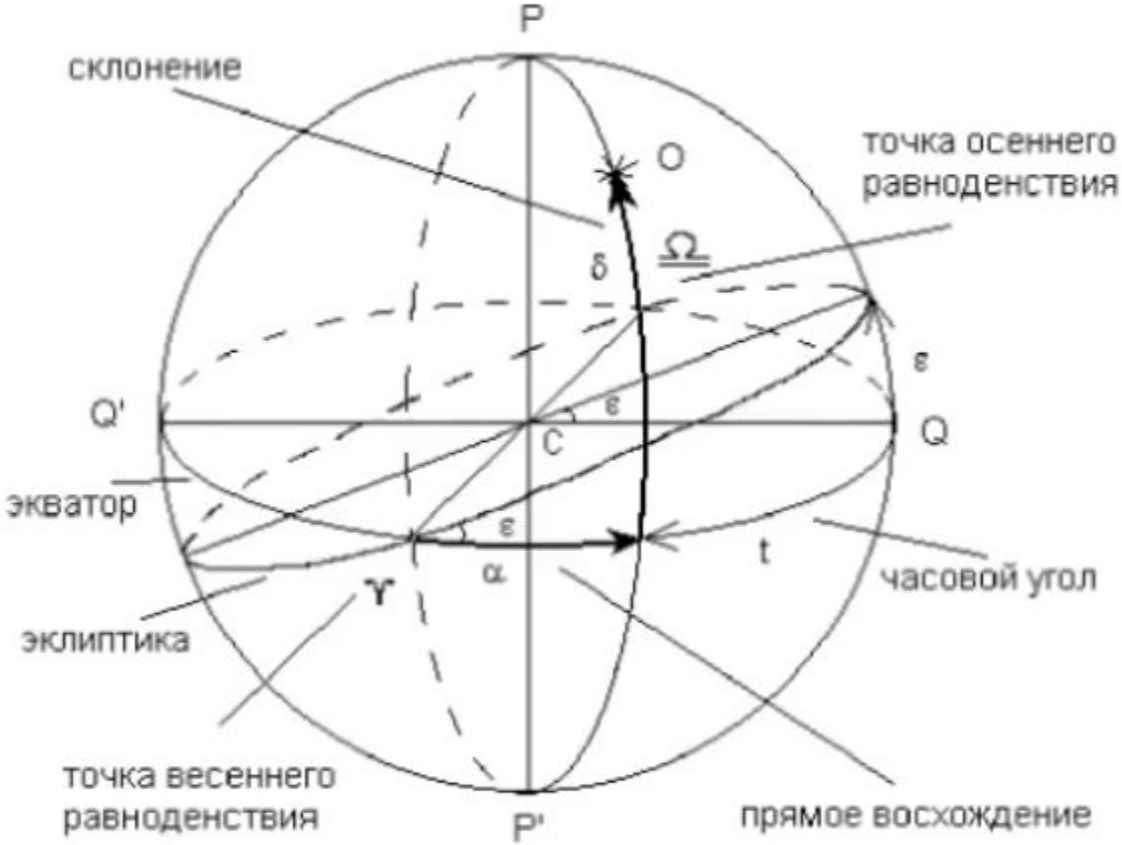
- Прямое восхождение - α
  - Угол в плоскости небесного экватора от точки В.Р. **к востоку** от 0^h до 24^h
- Часовой угол - t
  - Угол в плоскости небесного экватора от точки пересечения небесного экватора с небесным меридианом **к западу** от 0^h до 24^h
- Склонение - δ
  - Угол в плоскости круга склонения от небесного экватора до светила. От 90° до 90°
- Полярное расстояние - p
  - Угол в плоскости круга склонений от полюса P до светила. От 0° до 180°
- Северный полюс – P ($\delta = 90^o$)
- Южный полюс – P′ ($\delta = -90^o$)

$$\delta + p = 90^\circ$$



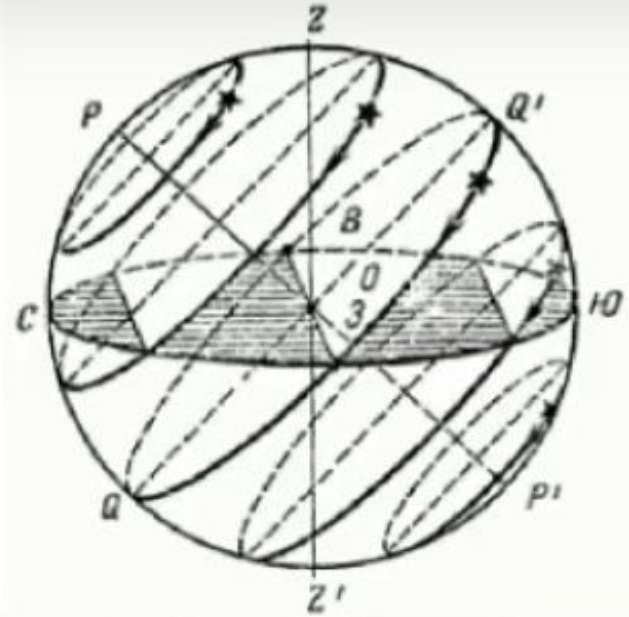
Эклиптика

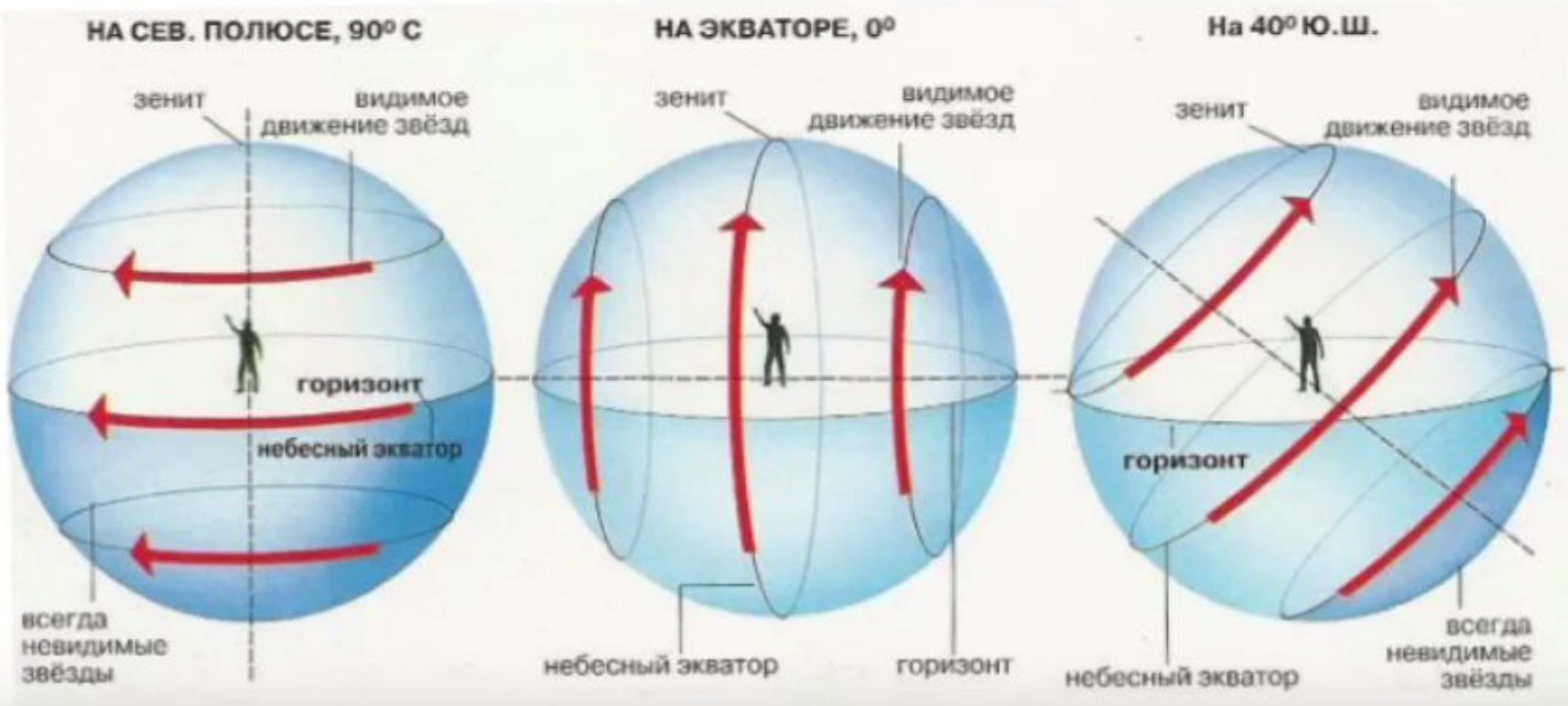
- Эклиптика –
  - годичный путь центра Солнца по небу.
  - Отражение вращения Земли вокруг Солнца
  - Солнце двигается все время **на восток**
  - Угол между плоскостью небесного экватора и плоскостью эклиптики $\varepsilon = 90^\circ - \iota = 90^\circ - 66.5^\circ = 23.5^\circ$
- Точка Весеннего равноденствия
  - $\alpha = 0^h \quad \delta = 0^\circ$
- Точка Летнего Солнцестояния
  - $\alpha = 6^h \quad \delta = \varepsilon = 23.5^\circ$
- Точка Осеннего равноденствия
  - $\alpha = 12^h \quad \delta = 0^\circ$
- Точка Зимнего Солнцестояния
  - $\alpha = 18^h \quad \delta = -\varepsilon = -23.5^\circ$



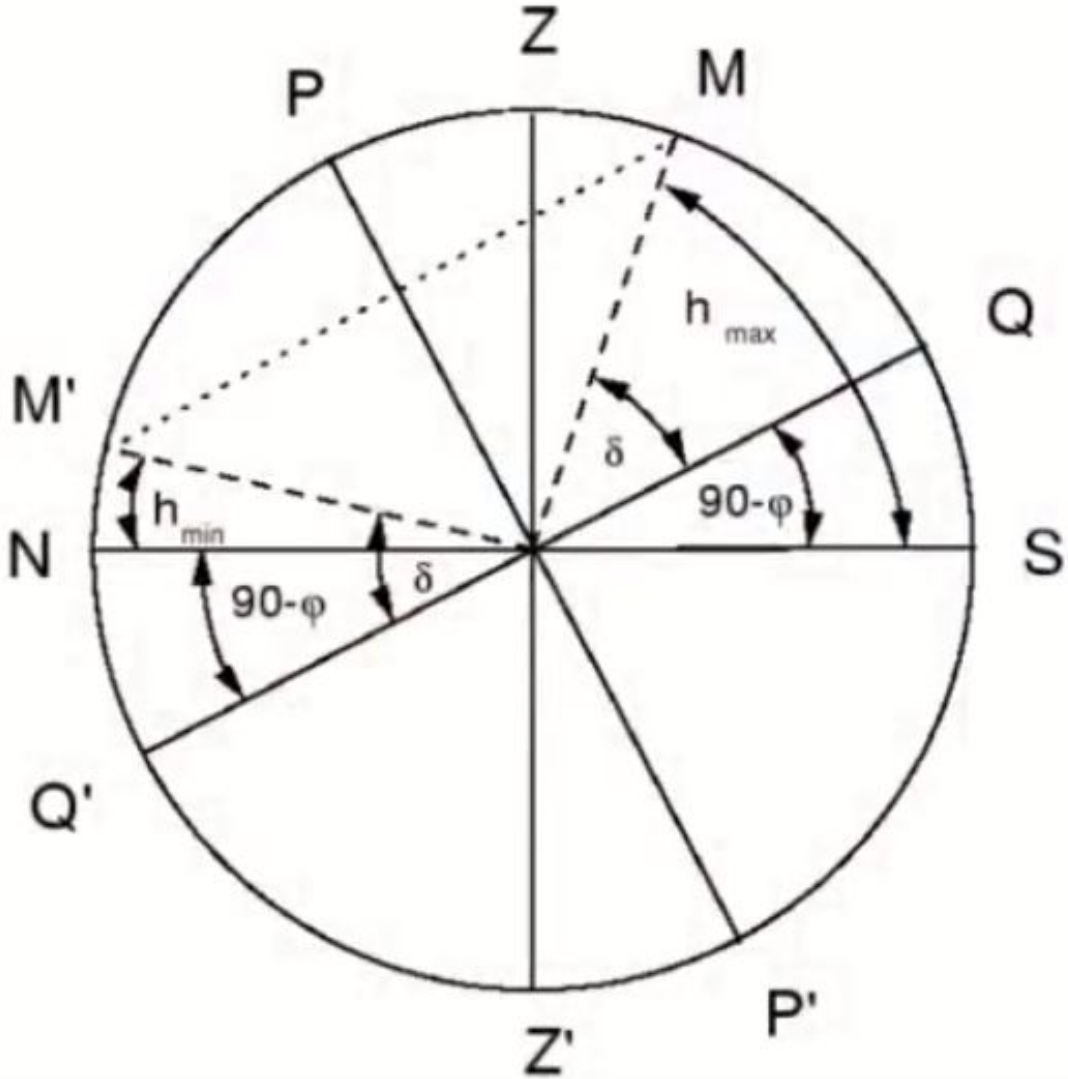
- Северный полюс эклиптики
  - $\alpha = 18^h \quad \delta = 90^\circ - \varepsilon = 66.5^\circ$
- Южный полюс эклиптики
  - $\alpha = 6^h \quad \delta = -(90^\circ - \varepsilon) = -66.5^\circ$

Движение светил на разных широтах





Нижняя и верхняя кульминация



- Момент кульминации – пересечение светилом небесного меридиана
- Верхняя – со стороны Z от оси мира
- Нижняя – со стороны Z′ от оси мира
- Случай когда $\delta < \varphi$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^{\circ} - \varphi + \delta$
- $h_{\text{н.к.}} = -(90^{\circ} - \varphi) + \delta$
- Случай когда $\delta = \varphi$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^{\circ}$
- $h_{\text{н.к.}} = 2\varphi - 90^{\circ}$

Задачи на моменты кульминаций

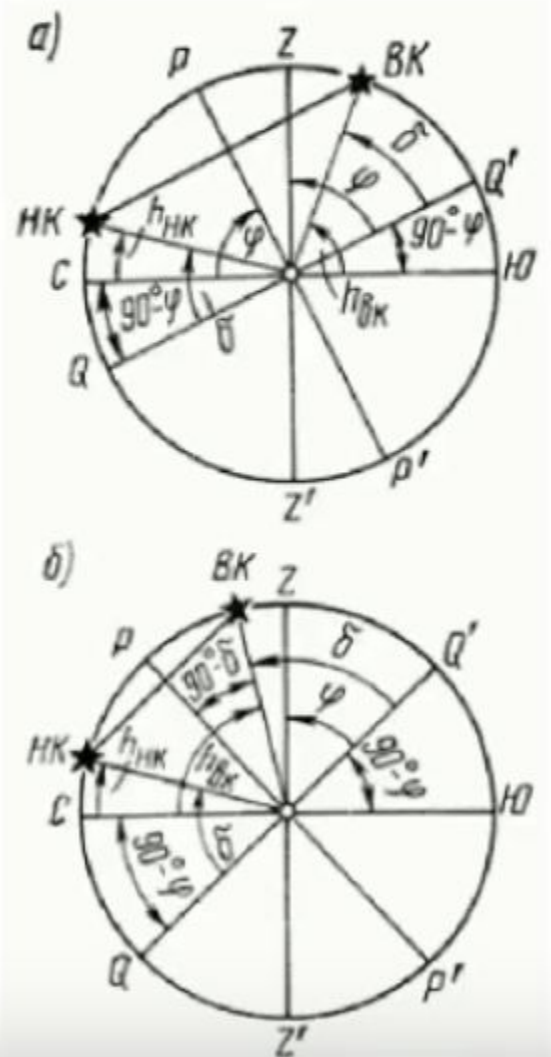
- Чему равна максимальная высота Солнца на широте Москвы $\varphi = 56^{\circ}$ в день летнего и зимнего солнцестояний?

- Склонение Солнца в дни солнцестояний $\delta = \pm\varepsilon$
- Максимальная высота Солнца – это его верхняя кульминация в момент местного полдня
- Случай когда $\delta < \varphi$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^{\circ} - \varphi + \delta_{\odot}$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^{\circ} - \varphi \pm \varepsilon$
- Летнее солнцестояние
- $h_{\text{в.к.}} = 90^{\circ} - 56^{\circ} + 23.5^{\circ} = 57.5^{\circ}$
- Зимнее солнцестояние
- $h_{\text{в.к.}} = 90^{\circ} - 56^{\circ} - 23.5^{\circ} = 10.5^{\circ}$

Задача - 2.16

2.16. Две звезды одновременно оказались в верхней кульминации по разные стороны от зенита на высоте 80°. Найдите разность склонений звёзд.

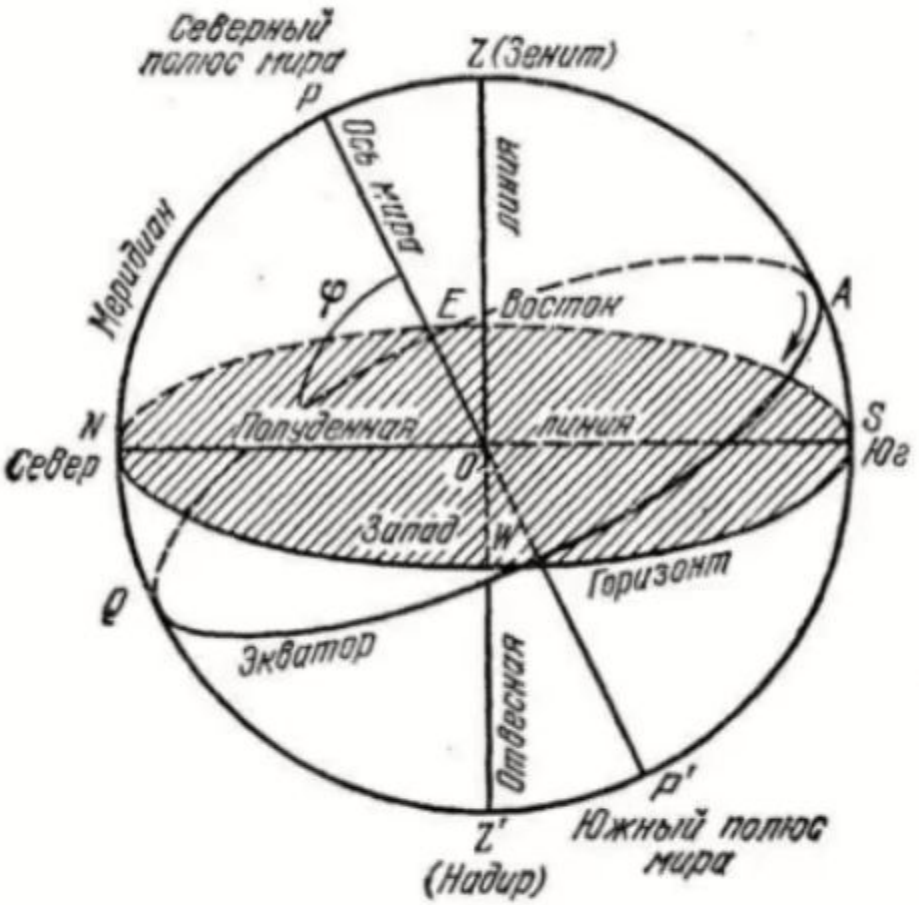
- Запишем выражения для верхних кульминаций обеих звёзд, с учетом того, что у одной δ>ф, а второй δ<ф :
- $h_1 = 90^\circ + \varphi - \delta_1 = 80^\circ$
- $h_2 = 90^\circ - \varphi + \delta_2 = 80^\circ$
- Сложим оба уравнения:
- $180^\circ + \delta_2 - \delta_1 = 160^\circ$
- $\delta_1 - \delta_2 = 20^\circ$



Задача - 2.17

2.17. Светило видно в точке неба с азимутом A = 90° и высотой h = 0°. Каково склонение светила?

- Для решения этой задачи важно помнить одно важное свойство больших кругов небесной сферы – они всегда делят друг друга пополам.
- Следовательно данная точка находится на горизонте и оп определению азимута это точка запада.
- А в точках запада и востока, математический горизонт пересекает небесный экватор следовательно склонение светила на этом круге небесной сферы - 0°

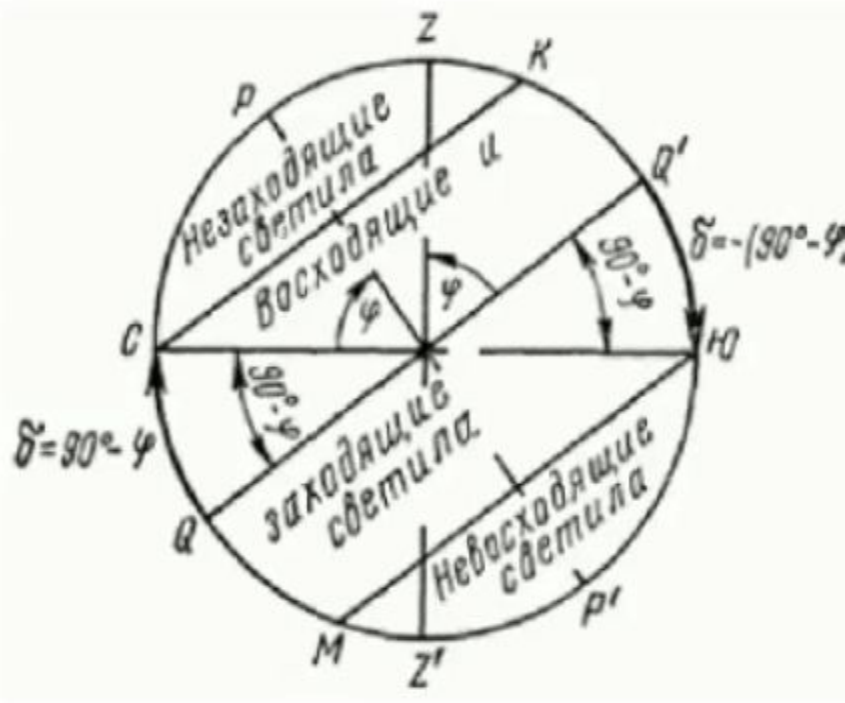


Задача – 2.18

2.18. Звезда α Центавра имеет склонение δ = –61°. Можно ли её увидеть в Сочи (43° с.ш.)? В Хургаде (24° с.ш.)?

- Условие видимости звезды – это как минимум выполнение условия, что ее верхняя кульминация должна быть больше 0°, т.е. над горизонтом.
- Проверим значение верхней кульминации Толимана в заданных городах, поскольку широта этих пунктов больше склонения звезды используем только нужную формулу:
- $h_{\text{Сочи}} = 90^{\circ} - \varphi_{\text{Сочи}} + \delta_{\text{Толиман}} = 90^{\circ} - 43^{\circ} - 61^{\circ} = -14^{\circ}$
- $h_{\text{Хургада}} = 90^{\circ} - \varphi_{\text{Хургада}} + \delta_{\text{Хургада}} = 90^{\circ} - 24^{\circ} - 61^{\circ} = 5^{\circ}$
- Значит в Хургаде Толиман виден над горизонтом, а Сочи нет.

Задача – 2.19

2.19. Для каких звёзд верно, что их азимут в Москве всё время возрастает со временем от –180° до +180°?

- Для этого звезда не должна проходить через зенит, или за зенитом ближе к полюсу.
- Для этого звезда не должна проходить через надир, или за надиром ближе к полюсу.
- Следовательно склонение этих звёзд должно быть в интервале $\delta \in \left(-56^{\circ}; 56^{\circ}\right)$