ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ ТАЛАНТЛИВЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

ВСОШ

Разбор заданий муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии для 9 класса 2026/2027 учебного года в Свердловской области



Разработчик –
Прокина Галина Михайловна,
учитель физики и астрономии
СУНЦ УрФУ, высшая категория

Задача 1

Задача 9.1. Засекреченные данные! (8 баллов) Прочтите выдержку из отчета с засекреченными данными и найдите ответы на вопросы.

ОТЧЁТ о экспериментальных полётах

Для исследования новых типов топлива для сверхдальних полётов были запущены два самолета.
Самолёт А стартовал с аэродрома в Эквадоре с координатами 0° северной широты, 78° западной долготы и двигался строго на восток. Пролетев 100000 км самолёт А приземлился на аэродроме в [redacted] с координатами [redacted] градусов [redacted] широты, [redacted] градусов [redacted] долготы.
Самолёт Б стартовал с аэродрома в [redacted] с координатами 55° северной широты, [redacted] градусов [redacted] долготы и двигался также строго на восток. Пролетев 120000 км самолёт Б приземлился на аэродроме в [redacted] с координатами [redacted] градусов [redacted] широты, [redacted] градусов [redacted] долготы.

При посадке пилоты одновременно наблюдали верхнюю кульминацию Веги.

Вопросы:

1. На каком расстоянии друг от друга находились самолёты А и Б при посадке?
2. Выясните все засекреченные координаты пунктов взлета и посадки.

Примечание: считать Землю шаром с радиусом $R = 6370$ км, сжатием с полюсов пренебречь.



Ключевая астрономическая идея: если самолеты летели строго на восток и наблюдали при посадке кульминацию одной и той же звезды, то они приземлились **на одном меридиане**. Их широта не изменялась, а долгота при посадке была одинаковой, поэтому пройденный ими **путь можно рассчитать в угловых величинах**, затем, вычтя полные обороты, найти остальные искомые величины.

Задача 2

Задача 9.2. Кульминационное судоку. (8 баллов) Шесть любителей астроном со всего мира решили пронаблюдать одинаковый набор из шести звезд. Для начала он составили таблицу в которой каждый наблюдатель указал для каждой звезды её харак теристику: НЗ — незаходящая, НВ — невозходящая, ЗВ — заходяще-восходящая. Но дл этой таблицы не сохранились названия столбцов — звезды, и названия строк — мест наблюдения. Восстановите названия строк и столбцов.

Даны звёзды:
Полярная звезда: $2^h31^m, +89°16'$
Капелла: $05^h17^m, +45°59'$
Арктур: $14^h15^m, +19°11'$
Сириус: $6^h45^m, -16°43'$
Каус Аустралис: $18^h24^m, -34°23'$
Альфа Центавра: $14^h39^m, -60°50'$
Места наблюдений:
Баренцбург, Шпицберген: 78,1° с.ш., 14,2° в.д.
Сочи, Россия: 43,5° с.ш., 39,8° в.д.
Кампала, Уганда: 0,3° с.ш., 32,7° в.д.
Сидней, Австралия: 33,9° ю.ш., 150° в.д.
Порт-Стэнли, Фолклендские острова: 51,7° ю.ш., 57,8° з.д.
Станция Восток, Антарктида: 78,5° ю.ш., 106,8° в.д.

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	ЗВ	ЗВ	ЗВ	ЗВ	ЗВ	ЗВ
[redacted]	ЗВ	ЗВ	ЗВ	НВ	ЗВ	ЗВ
[redacted]	НВ	НЗ	НЗ	НЗ	НВ	НВ
[redacted]	НЗ	НВ	НВ	НВ	НЗ	НЗ
[redacted]	НВ	ЗВ	ЗВ	НЗ	ЗВ	ЗВ
[redacted]	НЗ	НВ	ЗВ	НВ	ЗВ	НЗ



[redacted] Условия видимости звезд на северной широте:

Незаходящие: $\phi : \delta > 90° - \phi$
Невосходящие: $\phi : \delta < -90° + \phi$
Восходящие и заходящие: $90° - \phi > \delta > -90° + \phi$
Для южной широты:
Незаходящие: $\phi : \delta > 90° + \phi$
Невосходящие: $\phi : \delta > 90° - \phi$

Для решения нужно ЗНАТЬ (или вывести)
и уметь применять формулы:
Далее анализ таблицы основан на
формальной логике.

Задача 3. Орбитальный ... чайник*



Земные астрономы с помощью новейшего телескопа сверхвысокого разрешения смогли обнаружить в космосе объект экзотической формы, похожий на чайник, летящий по круговой орбите вокруг Солнца. В ходе расчётов орбиты объекта выяснилось, что его синодический период равен сидерическому.

А) Чему численно равны эти периоды?

Б) Между какими планетами находится орбита такого объекта?

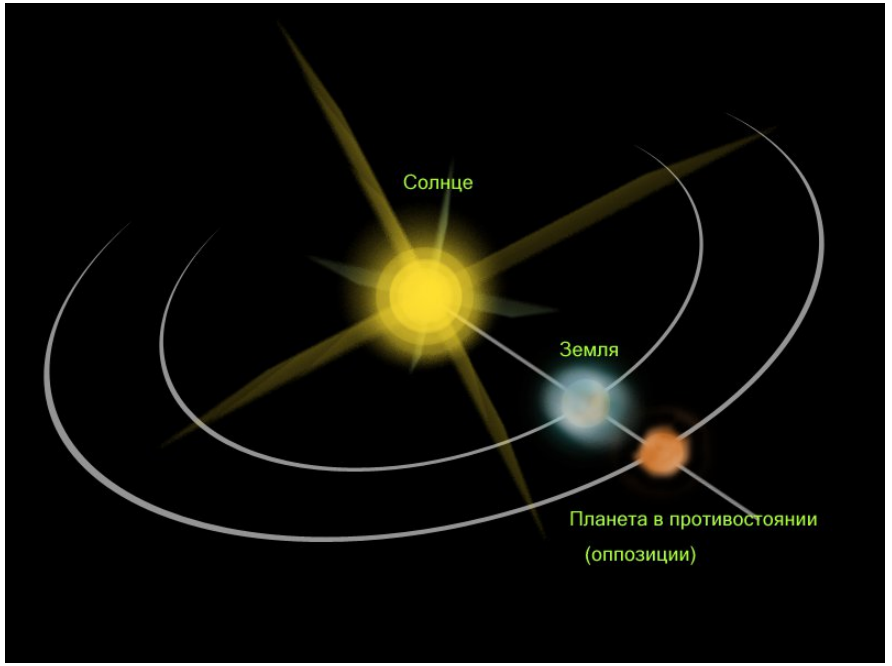
В) Как долго идет до наблюдателя свет, отраженный от такого объекта при самом близком расположении его к Земле?

1. Ответ на первый вопрос задачи предполагает анализ классических формул для синодических периодов внутренних и внешних планет и аккуратный счет.
2. Далее, глядя на единицы измерения периода, участник должен вспомнить упрощенную запись III закона Кеплера и вычислить большую полуось орбиты чайника в астрономических единицах, используя данные о том, что орбита круговая. Для ответа на второй вопрос могут быть использованы средние расстояния планет Солнечной системы от Солнца из справочных данных. Там они приведены в а.е. и км.

* По мотивам популярной серии книг «Для чайников», т.е. новичков

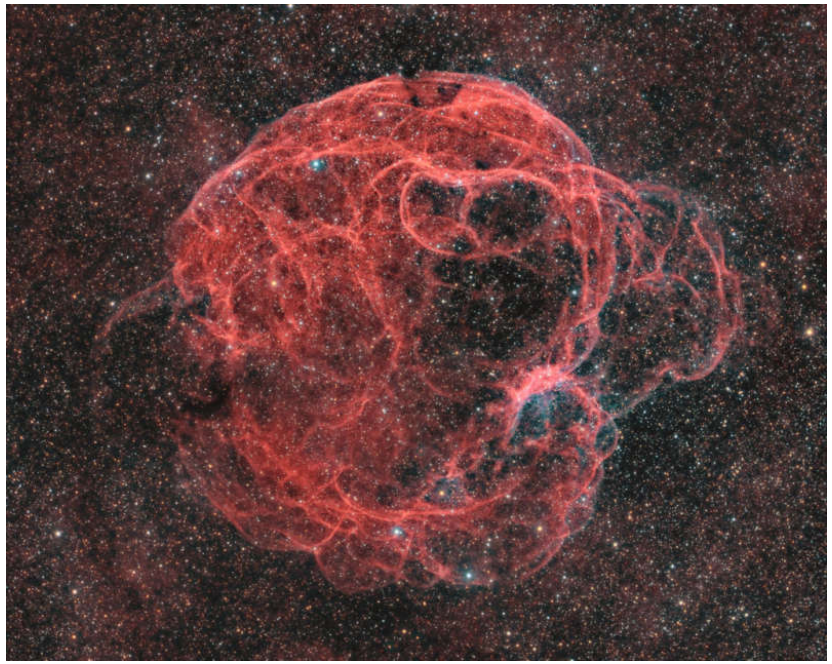
Задача 3. Орбитальный ... чайник

3. Для определения самого близкого расстояния от наблюдателя до объекта участнику стоит проанализировать взаимные расположения чайника и Земли по определенной в п. 2 большой полуоси орбиты. Самой близкой оказывается конфигурация противостояния. Далее, вычитая большие полуоси и разделив полученное расстояние в а.е. на известное время прохождения светом от Солнца до Земли - 1 а.е. (8 минут или 500 секунд), получаем численный ответ.



ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ ТАЛАНТЛИВЫХ ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ

Задача 4.



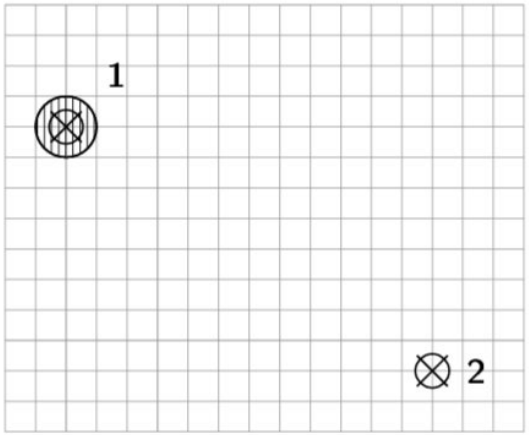
На фото: остаток взрыва сверхновой Симеиз 147, расширяющаяся оболочка.

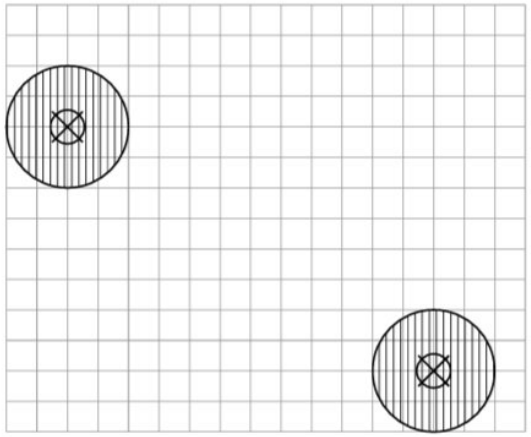
Для решения задачи требуются аккуратная работа с изображениями по сетке чертежа, **с единицами измерения** и **знание связи расстояния и годичного параллакса.**

Задача 9.4. Встреча сверхновых. (8 баллов) В некоторой галактике произошло два крайне редких события — вспышка сверхновых. Инопланетяне наблюдали за этим явление, находясь на планете, орбита и размеры которой похожи на Землю, а центральная звезда их планетной системы похожа на Солнце. Эти два события произошли с разницей в 1 год. Годичный параллакс для сверхновой «1» составлял $0.000395''$, в то время как для сверхновой «2» составлял $0.000400''$.

На рисунках 1 и 2 приведены сверхновые, отмеченные крестом в окружности. Вокруг них изображены остатки сверхновых в виде окружностей с вертикально расположенными линиями. На первом рисунке изображен момент времени с начала вспышки второй звезды. На втором рисунке ситуация спустя 1 год наблюдения. Каждая сторона квадрата на рисунке соответствует $1''$.

Считайте, что линейные скорости расширения оболочек и скорость измененияхугловых размеров на временах, рассматриваемых в задаче, не меняются. Оболочки сверхновых расширяются во всех направлениях одинаково.





1. Скорость изменения угловых размеров остатков сверхновых. Ответ приведите в (“/год);
2. Расстояние до сверхновых для инопланетного наблюдателя. Ответ приведите в парсеках;
3. Расстояние между сверхновыми. Ответ приведите в парсеках;
4. Линейную скорость расширения у каждой из оболочек. Ответ приведите в (пк/год)
5. Через сколько лет остатки сверхновых фактически столкнуться друг с другом. Ответ приведите в годах.

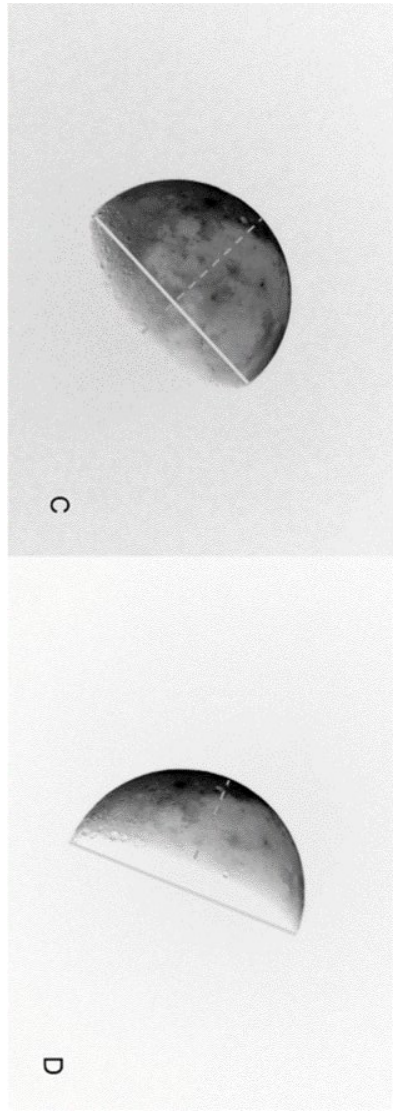
Задача 5. Сдвиг по фазе

Решение задачи предполагает, что участник хорошо представляет вид Луны невооруженным глазом, чтобы сориентировать снимки (верх-низ-лево-право).

В северном полушарии (Россия) тень Луны уменьшается до новолуния и увеличивается после полнолуния

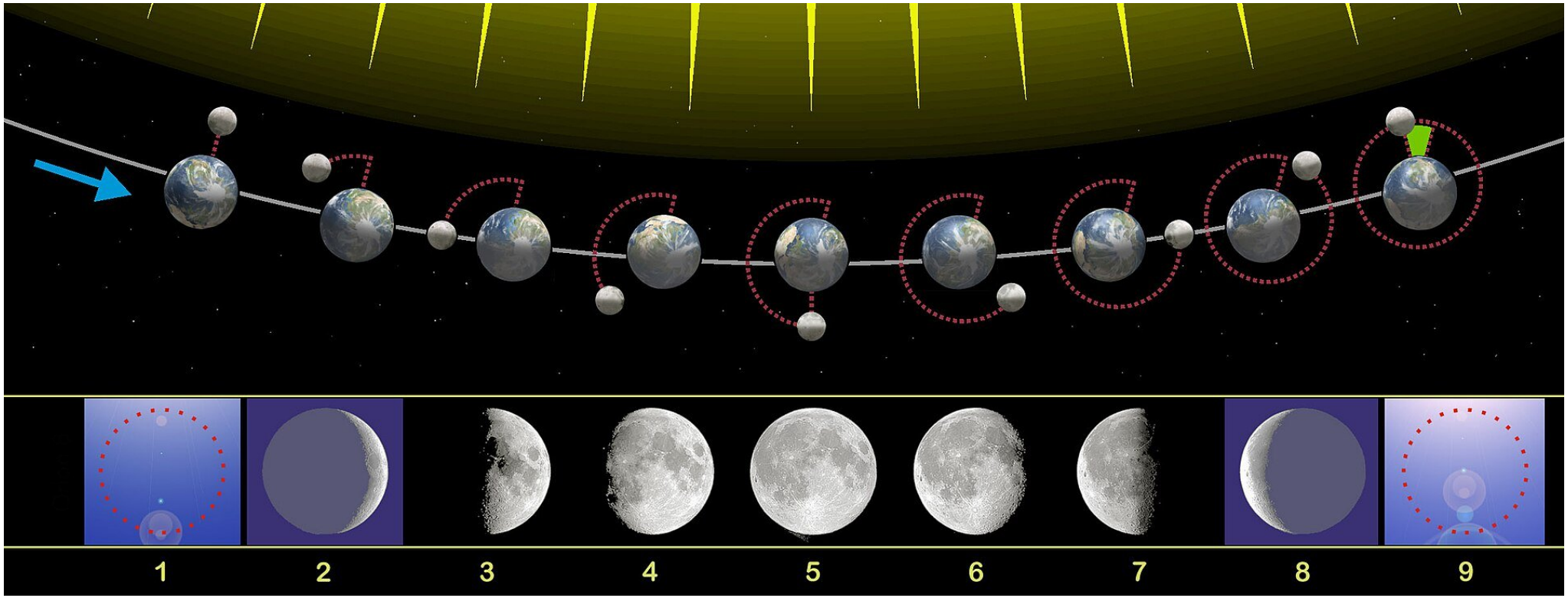
справа налево

На фото – негативные изображения Луны. По их ***прямым измерениям*** легко оценить фазу как отношение диаметра Луны к наибольшей ширине освещенной части



Задача 5. Сдвиг по фазе

На фотографиях в задаче мы видим последнюю четверть периода перед новолунием – Луна опережает в суточном движении Солнце. Таким образом, ответом на первый вопрос задачи является **утро**



Задача 5. Сдвиг по фазе

Важное замечание:

при определении скорости движения лунной тени нужно учесть, что Луна не плоская, и движение тени за синодический период происходит не вдоль диаметра, а вдоль полной окружности длиной πD!



Задача 6. Далекая радуга

Мы привыкли видеть радугу как дугу, но ее полная форма — окружность, каждая точка которой находится на угловом расстоянии $\theta = 138^{o}$ от Солнца, а центр – точно напротив Солнца. Горизонт закрывает от нас часть радуги, а иногда и всю окружность. В рамках этой задачи будем считать радугу не имеющей толщины.

А. *Выберите пригодную систему астрономических координат, нарисуйте в ней и обозначьте на рисунке: Солнце, наблюдателя, центр радуги - точку S, всю окружность радуги, угол θ между Солнцем и наивысшей точкой радуги, высоты h Солнца и наивысшей точки радуги. Солнце расположите не на горизонте и предусмотрите, чтобы радуга на рисунке не превращалась в отрезок.*

Б. *С каких угловых высот Солнца наблюдение радуги становится невозможным?*

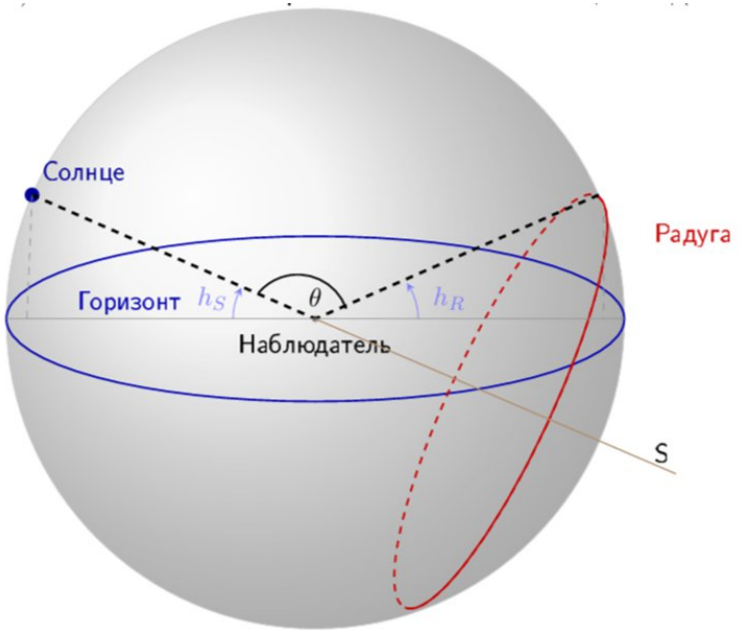
В. *На каких широтах Земли в истинный солнечный полдень дня летнего солнцестояния радугу увидеть нельзя?*

Рефракцией и угловыми размерами Солнца пренебрегите.



Для успешного решения этой задачи важно выбрать систему координат и сделать в ней правильный рисунок. В тексте задачи имеются сведения для выбора именно горизонтальной (азимутальной) системы, поэтому нужно внимательно прочитать условие задачи.

Рисунок требует достаточно развитого пространственного воображения



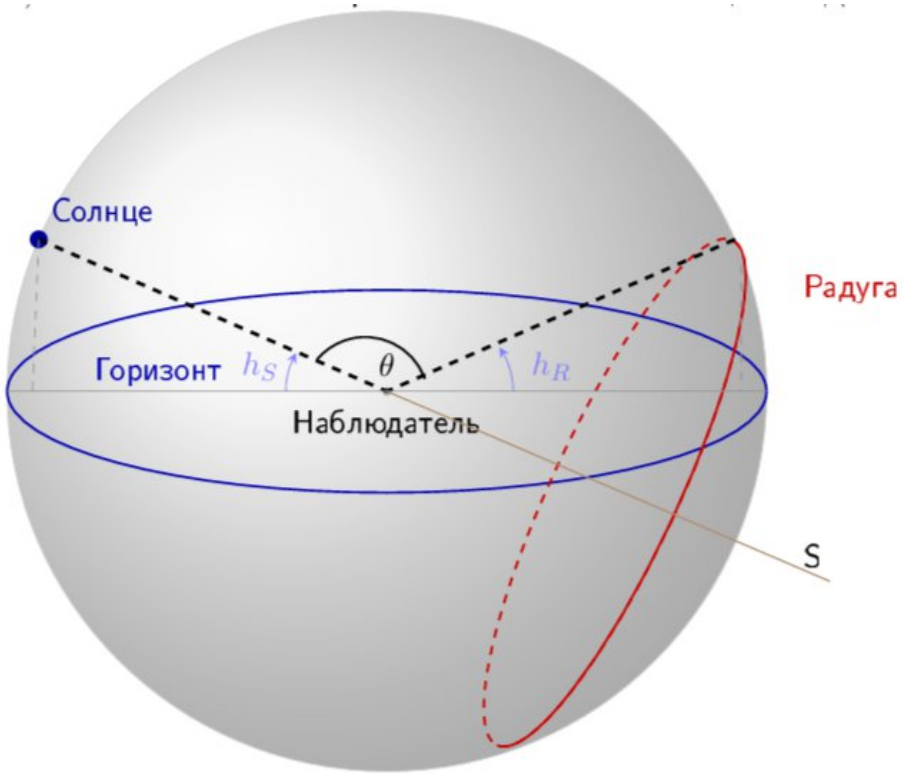
Задача 6. Далекая радуга

- Верный рисунок поможет справиться и с остальными вопросами задачи, т.е. понять, что

для наблюдения радуги Солнце должно быть не выше определённой величины, которая связана с углом θ.

В итоге может быть получена связь между высотой Солнца hS и высотой верхней точки радуги hR

$$hR = 180^{o} - \theta - hS$$



Задача 6. Далекая радуга

Знаем наибольшее склонение Солнца δ=+23º26’ и имеем ограничение на угловую высоту.
Далее несложно определить и ограничение на широту места наблюдения радуги, используя обобщенную формулу высоты светил в верхней кульминации:

$hS = 90^º - |\varphi - \delta| > 42^º$

Осталось только аккуратно решить это неравенство относительно широты, получив интервал широт:

$|\varphi - \delta| < 90^º - 42^º = 48^º$

$\varphi - \delta < 48^º$ и $\varphi - \delta > -48^º \Rightarrow \varphi < 48^º + \delta$ и $\varphi > -48^º + \delta \Rightarrow \varphi < 71^º\,26'$ и $\varphi > -24^º\,34'$

$$\varphi \in (-24^º\,34'; 71^º\,26')$$

К итоговому успеху приводит математическое умение работать со знаком модуля.