Решения заданий обязательно перенесите в бланки ответов. Решения в черновиках не оцениваются. В начале решения задания указывайте его номер.

Время выполнения 150 минут. Максимум 48 баллов.

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.

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

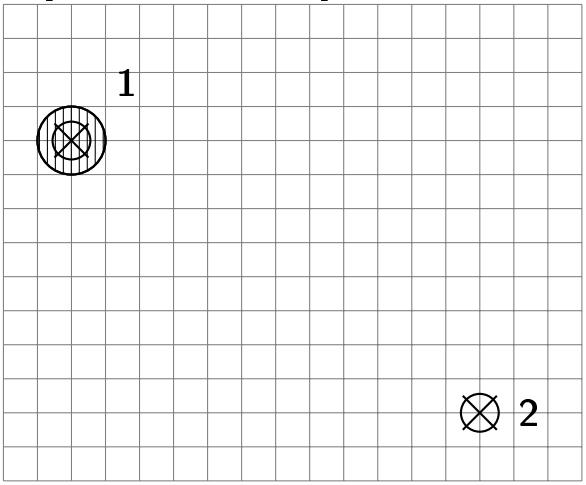
Задача 9.3. Орбитальный чайник. (8 баллов) Земные астрономы с помощью новейшего телескопа сверхвысокого разрешения смогли обнаружить в космосе объект похожий на чайник, двигающийся по круговой орбите вокруг Солнца. В ходе расчётов орбиты такого объекта они заметили, что синодический период равен сидерическому.

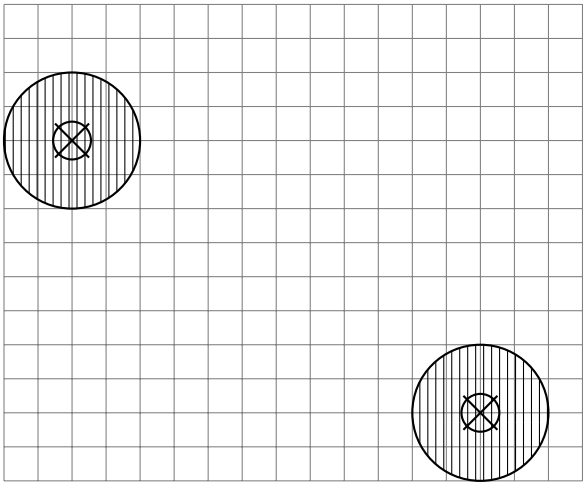
1. Чему равны эти периоды численно?
2. Между какими планетами находится орбита такого объекта?
3. Какое минимальное расстояние от Земли до этого объекта?

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 $1''$.

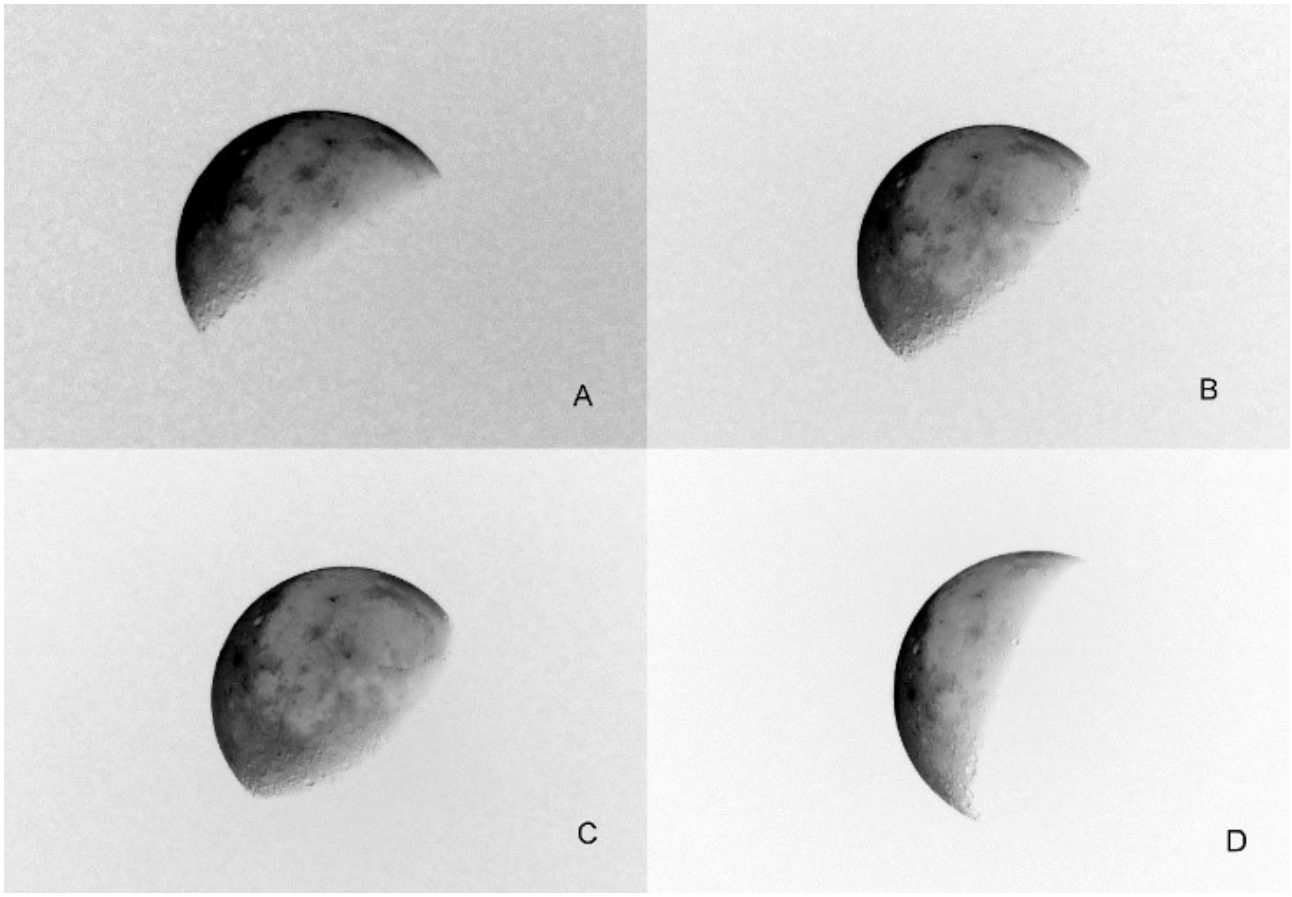
Считайте, что линейные скорости расширения оболочек и скорость изменениях угловых размеров на временах, рассматриваемых в задаче, не меняются. Оболочки сверхновых расширяются во всех направлениях одинаково.





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 9.5. Сдвиг по фазе. (8 баллов) Разбирая архив путешествия по России, любитель астрономии обнаружил четыре снимка Луны, сделанные бытовым фотоаппаратом. Их негативы приведены под буквами A, B, C и D.



1. В какое время суток сделаны фото?
2. Расположите фотографии в хронологическом порядке: первой укажите букву самого раннего изображения.
3. Найдите среднюю скорость изменения фазы Луны в диаметрах Луны за сутки
4. Оцените интервал времени между первой по времени и последней фотографиями в целых сутках.

Задача 9.6. Далекая радуга. (8 баллов) Мы привыкли видеть радугу как дугу, но ее полная форма — окружность, каждая точка которой находится на угловом расстоянии $\theta = 138^\circ$ 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.

1. 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.
2. С каких угловых высот Солнца наблюдение радуги становится невозможным?
3. На каких широтах Земли в истинный солнечный полдень дня летнего солнцестояния радугу увидеть нельзя? Рефракцией и угловыми размерами Солнца пренебрегите.