

9 класс

Предлагается 6 заданий.

Рекомендуемое в приказе время проведения олимпиады 120 минут.

Максимальное количество баллов за олимпиаду в 10 классе 59

1. Условие. Найдите на предлагаемом фрагменте звездной карты знакомые вам созвездия, назовите их, обведите их линиями. Опишите интересные объекты в этих созвездиях.

ВНИМАНИЕ! Предполагаемый фрагмент карты звездного неба следует распечатать на бланках ответов и выдать школьникам. На этих картах школьники должны подписать созвездия, прочертить их контурные линии и обозначить интересные объекты в них.

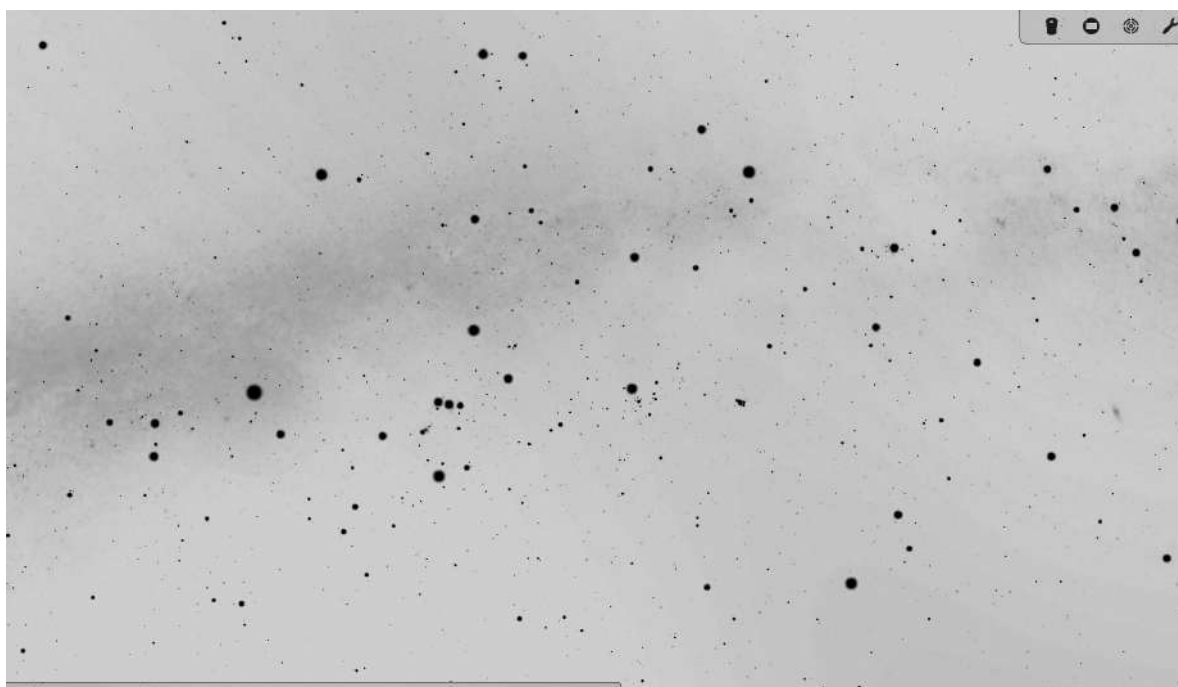


Рис. Фрагмент карты звездного неба

1. Решение.

На фотографии (негативе) виден Млечный Путь - затемненная полоса. В Северном полушарии **Млечный Путь** проходит по созвездиям Кассиопеи, Персея, Возничего, Тельца и Близнецов.

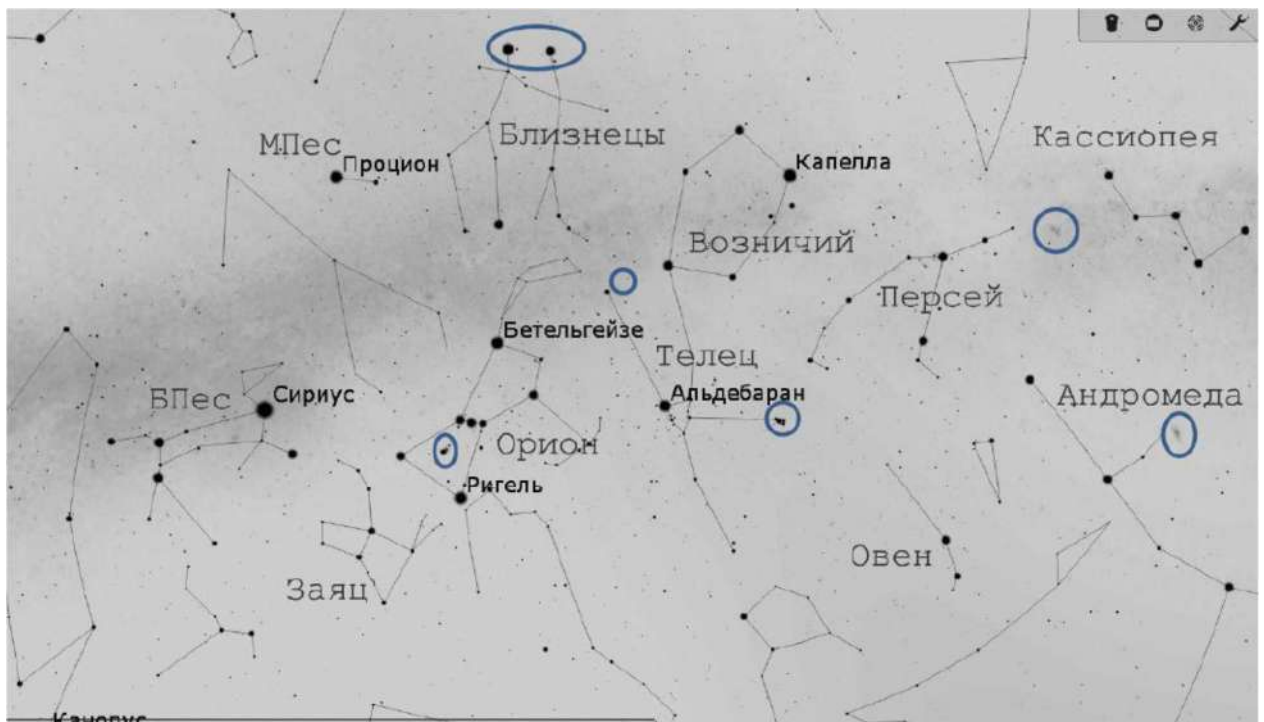


Рис. Фрагмент карты звездного неба с контурами созвездий, указанием ярких звезд и расположением (внутри отмеченных эллипсов) интересных объектов.

Примерно по центру располагается созвездие Орион с яркими звездами Ригель и Бетельгейзе. Пояс Ориона показывает на очень яркую звезду Сириус, вблизи пояса находится газо-пылевая туманность – Туманность Ориона (обведена эллипсом).

Правее Ориона находится Телец со скоплением Плеяды и Крабовидной туманностью, остатком взорвавшейся звезды (обведены эллипсами), самая яркая звезда этого созвездия - Альдебаран.

Выше Ориона Близнецы со звездами Кастор и Поллукс (головы близнецов).

Между созвездиями Персей и Кассиопея находятся рассеянные скопления χ и h Персея (обведены эллипсом).

Ниже протянулось созвездие Андромеда, в которой находится ближайшая к нам галактика Андромеда (обведена эллипсом).

Можно назвать еще яркую звезду Капелла в созвездии Возничий.

1. Система оценивания. Максимальное количество баллов за решение данной задачи – **20**. За каждое правильно названное созвездие – 1 балл. Но можно засчитать не более 10 созвездий. За каждый правильно названный объект внутри созвездий – 1 балл. Но можно засчитать не более 10 объектов.

2. Условие. С поверхности Луны измеряется параллакс Солнца. В каких пределах может изменяться его параллакс при наблюдениях в разное время года Земли и при разных положениях Луны на своей орбите?

2. Решение.

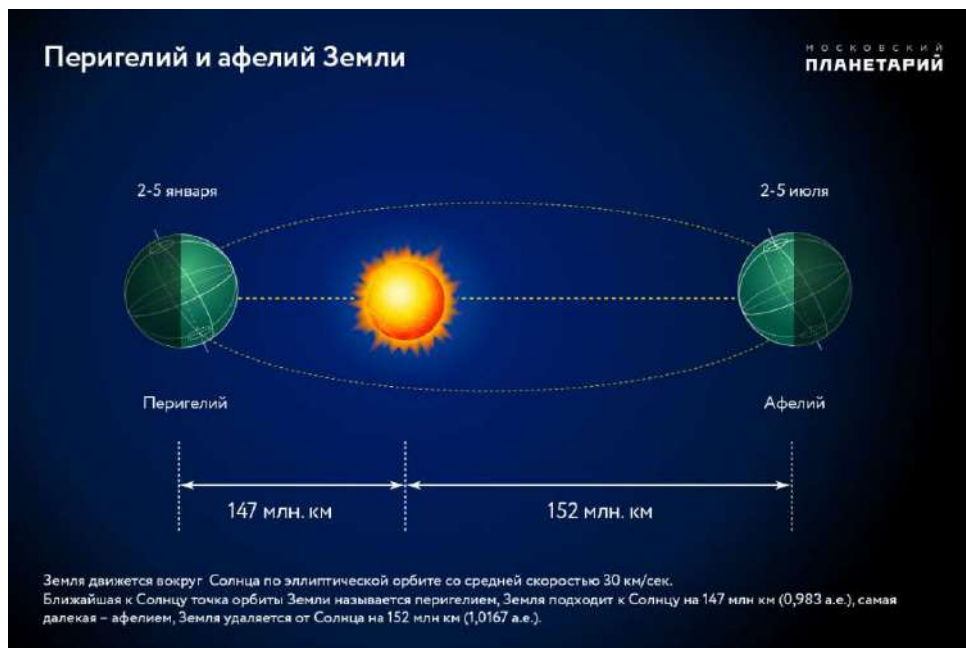


Рис. Положение Земли на орбите в разное время года.



Рис. Положение Луны на орбите вокруг Земли.

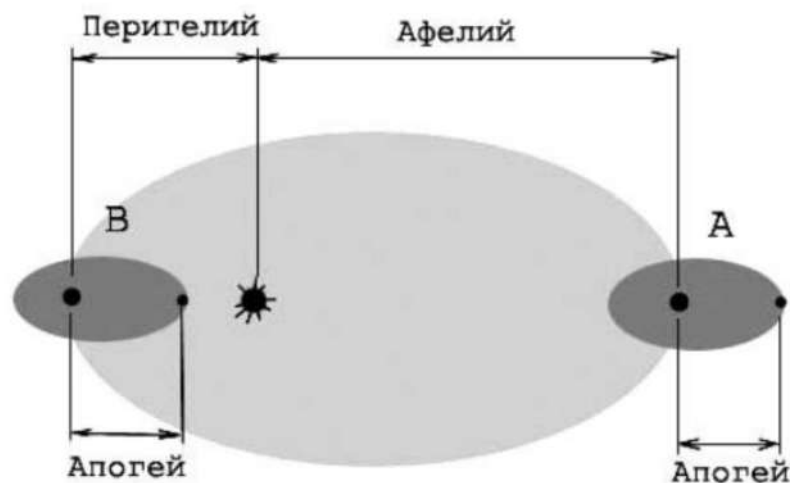


Рис. Итоговый чертеж к задаче.

Примем, что средние радиусы орбит являются большими полуосями эллипсов. Тогда соответствующие апофокусные и перифокусные расстояния могут быть вычислены по формулам: $r_a = a(1 + e)$, $r_n = a(1 - e)$, где a – большая полуось рассматриваемого эллипса, e – его эксцентриситет.

Для Солнца имеем: афелий $r_{af} = 152\,143\,200$ км; перигелий $r_{пер} = 147\,056\,800$ км.

Для Луны: апогей $r_{an} = 405\,542$ км, перигей $r_{пер} = 367\,047$ км.

Максимальное удаление Луны от Солнца $D_{\max}$ будет в том случае, когда Земля находится в афелии, а Луна в противостоянии и в апогее - положение А. Минимальное расстояние Луны от Солнца $D_{\min}$ будет в случае, когда Земля находится в перигелии, а Луна в апогее в момент соединения - положение В.

Параллакс p вычисляется по формуле $p = 206265 \frac{R}{D}$, где R - радиус Луны,

D – соответствующие расстояния.

Получим:

$$D_{\max} = 152\,548\,742 \text{ км}, \quad p_{\max} = 2.35''$$

$$D_{\min} = 147\,462\,342 \text{ км}, \quad p_{\min} = 2.43''$$

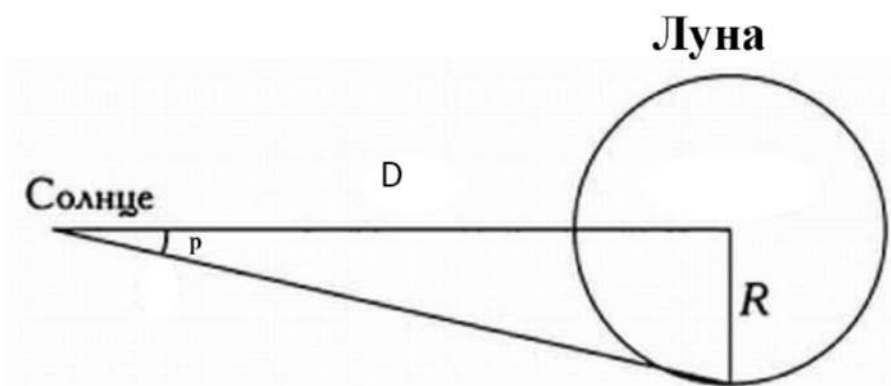


Рис. Чертеж, поясняющий определение параллакса.

Ответ: параллакс Солнца может изменяться в следующих пределах:
 $p_{\max} = 2.35''$, $p_{\min} = 2.43''$.

2. Система оценивания. Максимальное количество баллов за решение данной задачи – **8**. Чертежи или схемы – 2 балла: это м.б. положение Земли на орбите в разное время года – 1 балл, положение Луны на орбите вокруг Земли – 1 балл, схема, подобная итоговому чертежу – 2 балла. Больше 2 баллов за схемы не выставляется.

Правильно написанные формулы для определения апофокусных и перифокусных расстояний – 2 балла, по 1 баллу за каждую. Правильно определенное значение максимального удаления Луны от Солнца – 1 балл,

минимального удаления Луны от Солнца – 1 балл. Определение максимального и минимального параллаксов Солнца – 2 балла, по 1 баллу за каждое значение.

3. Условие. Можно ли головкой спички, держа ее на расстоянии около 50 см, закрыть звезду? Смотреть только одним глазом. Почему? Объяснить наблюдаемый эффект. Сделать чертеж. Считать диаметр зрачка человеческого глаза равным 6 мм, а размер головки спички 2 мм.

3. Решение.

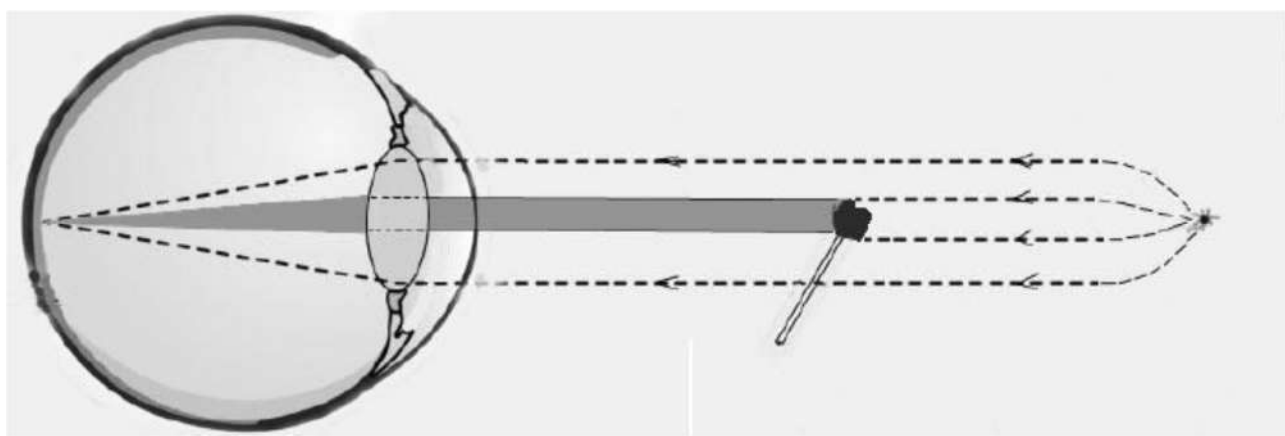


Рис. Световой поток звезды, частично ослабленный спичкой, попадающий в глаз.

Звезда находится так далеко, что, даже представляя ее точечным источником, можно считать, что от нее идет параллельный пучок лучей — см рис.

В этом случае за головкой спички будет располагаться цилиндр тени, который уменьшит световой поток, попадающий в глаз. Оставшийся световой поток пройдет мимо спички и создаст ослабленное изображение звезды.

Считая диаметр зрачка человеческого глаза равным 6 мм, а размер головки спички 2 мм, можно вычислить, во сколько раз n будет ослаблена яркость звезды

$$n = \frac{(R^2 - r^2)}{R^2} \approx 0.9. \text{ Звезда не будет полностью закрыта.}$$

Ответ: яркость звезды будет ослаблена в 0.9 раз.

3. Система оценивания. Максимальное количество баллов за решение данной задачи – **8**. Чертеж к задаче – 3 балла, объяснение наблюдаемого эффекта – 3 балла. Ослабление потока от звезды – 2 балла.

4. Условие. Какие фазы показывает Земля на лунном небе? А на марсианском?

4. Решение. Астронавт с поверхности Луны видит Землю в тех же фазах как мы видим Луну: в лучах Солнца «новоземелие», первая и последняя четверти, «полноземелие».

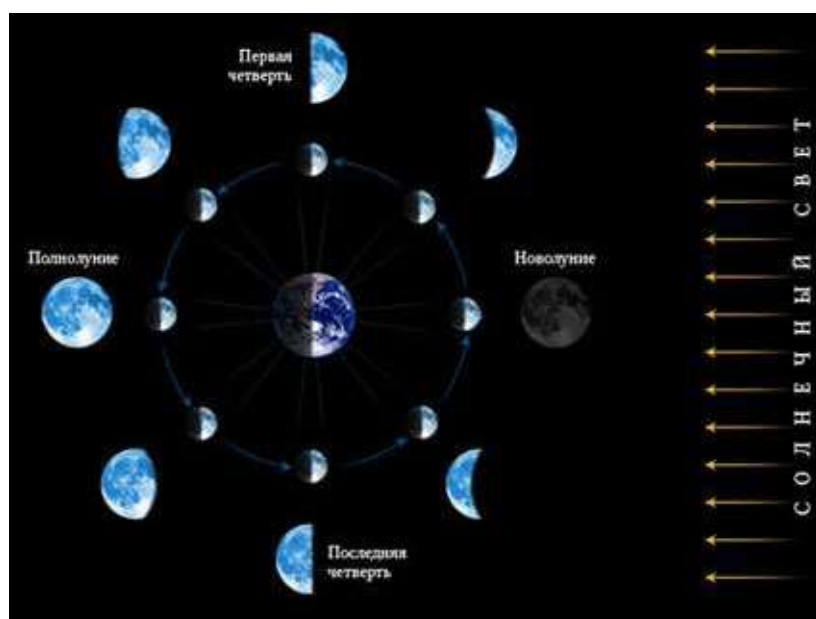


Рис. Формирование фаз освещенности.

Для наблюдателя с поверхности Марса Земля будет внутренней планетой и будет показывать конфигурации, свойственные внутренним планетам: соединения и элонгации.

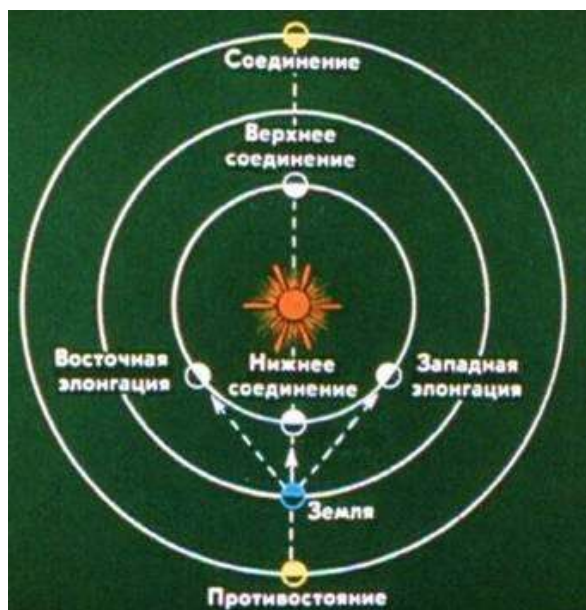


Рис. Конфигурации, свойственные внутренним планетам.

Внутренние планеты проходят те же стадии смены фаз, что и Луна. В верхнем соединении (Солнце между планетой и Землей) диск освещен полностью, угол фазы равен нулю; в нижнем соединении к нам обращена неосвещенная сторона планеты. Иногда (это бывает очень редко), эклиптическая широта Солнца и планеты различается настолько мало, что планета проходит перед диском Солнца или за ним. Вблизи нижнего соединения внутренние планеты выглядят как узкие серпы. При угле фазы $\psi = 90^\circ$ освещена ровно половина диска.

4. Система оценивания. Максимальное количество баллов за решение данной задачи – 8. Описание фаз Земли на Лунном небе – 3 балла, на Марсианском – 5 баллов.

5. Условие. В полдень длина тени вертикального стержня была равна его высоте. Вычислите географическую широту места и укажите примерную дату наблюдения, зная, что оно производилось весной. (Склонение Солнца $\delta = +14^\circ 47'$.) График изменения координат Солнца прилагается.

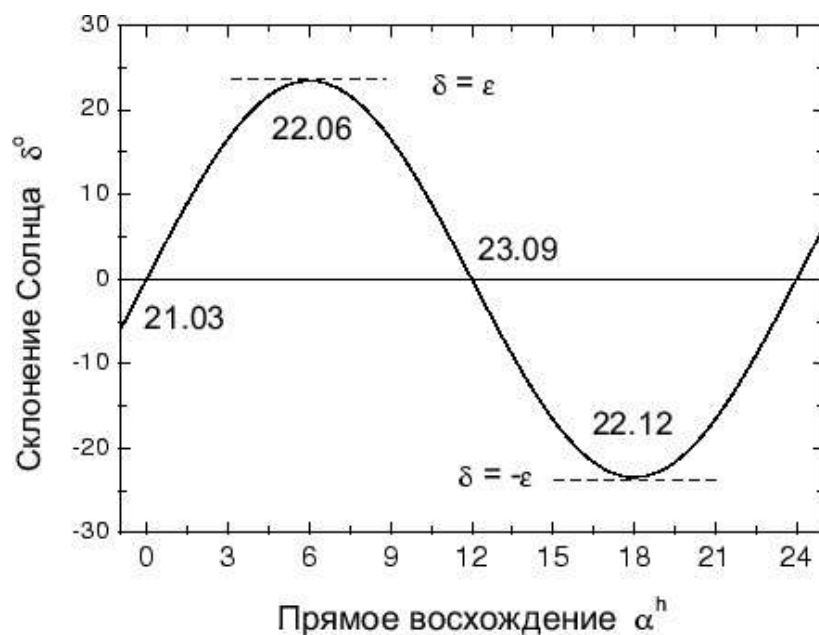


Рис. График изменения координат Солнца.

5. Решение.

По длине тени найдем угол падения лучей $h = 45^\circ$.

Отсюда $\varphi = 90 - h + \delta = 59^\circ 47'$.

Если бы склонение Солнца изменялось равномерно, то можно было бы предположить, что время наблюдения приходится на конец мая. Но так как рост склонения происходит быстрее после дня весеннего равноденствия и замедляется ко дню солнцестояния, то величина $\delta \sim 15^\circ$ достигается ранее, вероятно, в первых числах мая.

5. Система оценивания. Максимальное количество баллов за решение данной задачи – **8**. За нахождение угла падения лучей – 1 балл, за определение широты – 3 балла. За указание факта, что рост склонения Солнца происходит быстрее после дня весеннего равноденствия и замедляется ко дню солнцестояния – 3 балла. За указание примерной даты наблюдения – 1 балл.

6. Условие. Как изменились бы, качественно, времена года и смена дня и ночи, если бы эксцентриситет земной орбиты увеличился до 0,5 при

сохранении периода обращения и наклона Земной орбиты к плоскости эклиптики?

6. Решение.

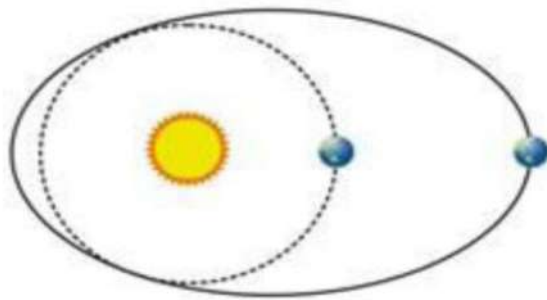


Рис. Изменение эксцентриситета земной орбиты.

По 2 закону Кеплера, за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает собой равные площади. Значит, в северном полушарии зимы стали бы короче и теплее, а лето дольше, но холоднее, чем сейчас. Смена ночи и дня летом и зимой была бы подобна существующей.

6. Система оценивания. Максимальное количество баллов за решение данной задачи – 7. За использование 2 закона Кеплера – 2 балла, за правильный вывод об изменении времен года – 3 балла. За ответ о смене дня и ночи – 2 балла.