**11 класс**

Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

|  |  |
| --- | --- |
| Баллы | Правильность (ошибочность) решения |
| 8 | Полное верное решение |
| 6-7 | полностью решенная задача с более или менее значительными недочетами;  |
| 4-6 | частично решенная задача;  |
| 2-3 | правильно угадан сложный ответ, но его обоснование отсутствует или ошибочно |
| 1-2 | сделана попытка решения, не давшая результата; |
| 0-1 | правильно угаданный бинарный ответ (да/нет) без обоснования |
| 0 | решение отсутствует или абсолютно некорректно |

**Задача 1**

Как известно, один тропический год – это промежуток между двумя последовательными моментами весеннего равноденствия. Сколько тропических лет проходит между последовательными покрытиями Солнцем какой-нибудь далекой звезды, находящейся вблизи эклиптики?

**Решение**

Промежуток между двумя покрытиями Солнцем далекой звезды (если звезда абсолютно неподвижна, этот промежуток равен периоду обращения Земли вокруг Солнца) и тропический год – разные промежутки времени, хотя и очень близкие друг к другу. Причина разницы состоит в явлении прецессии земной оси, из-за которого точка весеннего равноденствия движется по эклиптике навстречу видимому движению Солнца, завершая один оборот примерно за 26000 лет. В результате, возвращаясь к той же звезде, Солнце совершает чуть более одного оборота относительно точки весеннего равноденствия. За этот период проходит 1 +(1 / 26000), то есть около 1.00004 тропического года.

**Задача 2**

22 сентября в некотором регионе России Солнце взошло на 6 часов 40 минут раньше, чем в Тамбове (41° 26’ 35" в.д.). Оцените географическую долготу этого региона. Как вы думаете, какой это регион?

**Решение**

Восход 22 сентября происходит в окрестности момента весеннего равноденствия, поэтому интервал времени между восходом и заходом Солнца не зависит от широты и составляет 12 часов. Поэтому данный регион находится восточнее Тамбова на 6 часов 40 минут (если измерять долготу в часовой мере). Учитывая, что 360º соответствуют 24 часам, получаем, что один градус соответствует 4 минутам времени, поэтому город находится на (6·60+40)/4=100º восточнее Тамбова, и его долгота – 141° 26’ 35" в.д.

Амурский лиман, Сахалин.

**Задача 3**

Могли ли американские астронавты с поверхности Луны невооруженным глазом увидеть Байкал? Считать, что среднее расстояние от Луны до Земли и средний диаметр Байкала соответственно равны L=380000 км и D=700 км. Примечание: разрешающая способность глаза не превышает $1^{'}$

**Решение**

Разрешающей способностью глаза называется способность различать объекты определенных угловых размеров. То, что разрешающая способность глаза не превышает $1^{'}$, означает, что мы можем видеть отдельно две звезды (или две буквы в тексте книги), если угловое расстояние между ними α≥ $1^{'}$, а если α> $1^{'}$, то звезды сливаются в одно светило, поэтому различать их невозможно. Из прямоугольного треугольника, в котором катетами являются расстояние до Луны и диаметр Байкала, определяем угол, под которым с Луны виден Байкал

α=arctg$\frac{D}{L}$≈$6^{'}$

Значит, с поверхности Луны американские астронавты могли увидеть Байкал, поскольку угловой размер больше разрешающей способности глаза.

**Задача 4**

Спутник с диаметром 13 км вращается вокруг астероида с диаметром 215 км по почти круговой орбите радиусом 1190 км и совершает полный оборот за 4,7 суток. Можете ли вы с помощью этих данных определить плотность астероида? Из какого вещества, по вашему мнению, он может состоять?

**Решение**

Плотность астероида можно определить, пользуясь стандартным соотношениемρ= $\frac{M}{V}$, где М – масса астероида, V – его объем. Считая астероид шаром радиусом R, имеем V=$\frac{4πR^{3}}{3}$. Таким образом, для определения плотности астероида необходимо определить его массу М. Рассмотрим систему «астероид-спутник». На спутник с массой m в поле тяготения астероида действует сила



С другой стороны, для спутника, вращающегося по круговой орбите r, второй закон Ньютона



Приравниваем два выражения для силы, получим

****

Это выражение можно записать сразу (оно автоматически получается из III обобщенного закона Кеплера, если положить ). Получаем

****

Плотность астероида оказалась ненамного больше плотности воды. Такой астероид, может иметь пористое строение либо состоять из водяного льда с небольшой примесью камней.

**Задача 5**

В момент верхней кульминации звезды α Дракона на зенитном расстоянии $9^{0}17^{'}$ к северу звездные час показывали $7^{h}20^{m}38^{s}$, причем их поправка к звездному гринвичскому времени равнялась +$22^{m}16^{s}$. Экваториальные координаты α Дракона: прямое восхождение $14^{h}03^{m}02^{s}$ и склонение +$64^{0}37^{'}$. Определить географические координаты места наблюдения. **Решение**

В момент верхней кульминации звезды α Дракона на зенитном расстоянии $9^{0}17^{'}$ к северу, то ясно, что δ>φ, и из zв= δ – φ имеем для географической широты места наблюдения



Звездное время S в пункте с географической долготой λ связано со звездным гринвичским временем S0 равенством



В верхней кульминации часовой угол t=0, поэтому звездное время в месте наблюдения



Звездное время в Гринвиче



Следовательно, географическая долгота места наблюдения 

или, переведя в угловые единицы, 

**Задача 6**

Наш глаз видит звезды не слабее 6m. А можно ли заметить звезду 10m в 12-кратный бинокль с объективами диаметром 60 мм?

**Решение**

Диаметр зрачка у здорового глаза изменяется в зависимости от освещенности от 2 до 8 мм. Если не особенно долгой адаптации к темноте, то ночью диаметр зрачка со­ставляет около 6 мм. Как видим, диаметр объектива бинокля в 10 раз больше, а значит количество собранного им света больше в 100 раз. Но весь ли собранный свет попадает в зрачок наблюдателя? Диаметр выходного зрачка бинокля составляет 60/12 = 5 мм, поэтому можно считать, что весь. Если бы не было потерь света в оптике (отражение и поглощение в стекле), то такой бинокль усиливал бы разрешающую способность глаза на 5m. Но даже если половина света теряется, усиление составит не менее 4m, так что звезды 10m должны быть доступны.

**Рекомендации для жюри**

Максимальное число баллов – 8. Получено решение с правильным ответом.

4 балла – правильное значение для увеличения интенсивности биноклем.

До 3 баллов за разумные идеи, по усмотрению проверяющего.