

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

2021/2022 учебный год

Муниципальный этап

11 класс

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. На какое минимальное расстояние может подойти к Солнцу одна из самых короткопериодических комет – комета Энке, имеющая период 1204 дня и эксцентриситет орбиты 0.85. С какой гелиоцентрической скоростью она в этот момент движется?

Решение: Период кометы в годах $T=3.297$ лет (1 балл **перевод единиц**), тогда, применив 3 закон Кеплера $a=T^{2/3}$, получим большую полуось $a=2.215$ а.е. (2 балла **формулировка закона и вычисления**). Перигелийское расстояние вычисляется как $q=a(1-e)$ (1 балл), тогда минимальное расстояние от кометы Энке до Солнца $q=2.215*(1-0.85)=0.33$ а.е. (1 балл **вычисления**), т.е. комета заходит внутрь орбиты Меркурия. Её скорость при этом вычисляется по формуле $V_q=V_1*\sqrt{[(1+e)/(1-e)]}$, где $V_1=\sqrt{GM/a}$ – первая космическая скорость. (2 балла **формулы**)

Для кометы $V_1=[(6.67*10^{-11}*2*10^{30})/(2.215*1.5*10^{11})]^{0.5}=2*10^4$ м/с = 20 км/с и $V_q=20*(1.85/0.15)^{0.5}=70$ км/с (1 балл **верный расчёт**).

2. 20 марта 2015 года, в день весеннего равноденствия, произошло полное солнечное затмение, видимое на Северном полюсе Земли. Могло ли это полное затмение наблюдаться на Южном полюсе?

Решение: Полоса полного солнечного затмения имеет ширину не более 200 км (если не учитывать вклад проекции, с учётом его не более 500 км), т.е., если полное затмение наблюдается на одном полюсе, то на другом оно видно быть не может. Аналогичный вывод можно сделать, найдя параллактическое смещение Луны (в день равноденствия Солнце на полюсах близко к горизонту и смещение Луны относительно Солнца будет примерно равно удвоенному горизонтальному параллаксу, т.е. около 2°).

8 баллов за полные верные рассуждения любым способом – через вычисление параллакса (построение треугольников) или вспомнив ширину полосы затмения. Если в качестве аргумента приводится тезис, что, если на Северном полюсе Солнце над горизонтом, то на Южном оно под горизонтом и затмение видно быть не может, то задача оценивается в 0 баллов. Это рассуждение не верно, поскольку не учтена рефракция, приподнимающая видимый диск Солнца более чем на его угловой диаметр. Поэтому в дни равноденствия Солнце видно на обоих полюсах Земли.

3. До 1 февраля 1918 года Россия жила по юлианскому календарю («старый стиль»), а Европа - по григорианскому («новый стиль»), разница между этими календарями составляла 13 дней (т.е. когда в Европе было 1 января, то в России было 14 января). Однако при этом разница в днях недели отсутствовала. Объясните, почему.

Решение: При переходе на григорианский календарь в Европе (1582 год), равно как и при переходе на него в России (1918 год) производилось лишь смещение дат, счёт дней недели же оставался непрерывным (8 баллов). Поэтому разницы в днях недели между Европой и Россией никогда не было. При этом один и тем же датам соответствовали разные дни недели, т.е., например, перекидные календари на один и тот же год для Европы и России были различны.

4. Предположим, что Земля стала обращаться вокруг Солнца в обратную сторону, при этом продолжительность звёздного (сидерического) года не изменилась. Параметры осевого вращения (скорость, направление) так же сохранились. Сколько солнечных и звёздных суток теперь в сидерическом году?

Решение: Поскольку продолжительность звёздных суток не изменилась и продолжительность звёздного (сидерического) года тоже, то в нём такое же число звёздных суток, что и сейчас. Найти его можно или прямым вычислением ($365.2564/0.9973=366.256$, где $0.9973=1436.07/1440$ это доля, которую звёздные сутки составляют от солнечных) или зная тот факт, что звёздных суток в году на 1 больше, чем солнечных. (2 балла за 366.256 звёздных суток в сидерическом году, вне зависимости от способа вычисления). При совпадении направлений осевого и орбитального вращений (как сейчас) солнечных суток в году на 1 меньше, чем звёздных. Если же направления вращения противоположны, то солнечных суток будет на 1 больше (4 балла верные рассуждения). Это значит, что в описанном в задаче случае солнечных суток в звёздном году будет 367.256 (2 балла).

5. Некая звезда находится над горизонтом 11ч 58м 02сек и проходит верхнюю кульминацию на высоте 30° . Укажите склонение звезды и широту наблюдателя. Рефракцией пренебречь.

Решение: 11ч58м02сек это половина звёздных суток. Т.е. ровно половина суточной параллели звезды находится над горизонтом (1 балл). Это возможно в двух случаях.

А) Звезда находится на небесном экваторе (склонение звезды $\delta=0$), поскольку это единственная суточная параллель, на любой широте разделённая математическим горизонтом пополам (2 балла). Учтя, что для небесного экватора $h_{\text{вк}}=90-\varphi$, получим широту 60° в северном или южном полушарии (2 балла, если указано только одно полушарие или просто сказано «широта 60 градусов», то 1 балл за этап).

Б) Наблюдатель находится на экваторе Земли, где все суточные параллели разделены математическим горизонтом пополам, тогда $\varphi=0$, а склонение звезды любое, кроме $+90^\circ$, поскольку формально звёзды в полюсах мира на экваторе будут на горизонте, а не над ним, если не учитывать рефракцию. (3 балла за второй вариант решения).

6. Какое минимальное количество звёзд, по яркости соответствующих Сириусу, в сумме превзойдут по блеску Венеры в максимальной элонгации?

Решение: Сириуса на 3.3^m тусклее Венеры Это соответствует разнице потоков в $2.512^{3.3}=20.9$ раза (6 баллов вычисление напрямую или через соотношение Погсона, любым верным способом) . То есть 21 звезда блеском, как Сириус, уже превзойдёт Венеру по яркости (2 балла вывод).

Справочные данные: Некоторые параметры больших планет Солнечной Системы

Планета	Большая полуось, а.е.	Сидерический период обращения вокруг оси, ср.солн.сут.	Наклон оси вращения к плоскости орбиты, °
Меркурий	0.387	58.6462	0.01
Венера	0.723	-243.0185 (вр-е обратное)	177.36
Земля	1.000	0.99726963	23.44=23°26'
Марс	1.523	1.02595675	25.19
Юпитер	5.204	0.41354 (на экваторе)	3.13
Сатурн	9.584	0.44401 (на экваторе)	26.73
Уран	19.187	-0.71833 (на экваторе) (вр-е обратное)	97.77
Нептун	30.021	0.67125 (на экваторе)	28.32

Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг, Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, 1а.е.= $1.496 \cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Радиус Земли 6400 км, большая полуось орбиты Луны 384 000 км.

Видимый блеск Луны в полнолуние -12.7^m , Сириуса -1.5^m , Венеры (в макс. элонгацию) -4.8^m

Синодический период обращения Луны 29.51^d , сидерический 27.32^d .

Тропический год на Земле в единицах средних солнечных суток 365.2422^d , сидерический год 365.2564^d .

Гравитационная постоянная $G=6.67 \cdot 10^{-11}$ Н*м²/кг²; период прецессии земной оси 25500 лет;

Широта Казани – $55^{\circ}47'$; угловой размер Солнца - $32'$, радиус Солнца – $6.96 \cdot 10^5$ км; угол рефракции в горизонте - $35'$, наклонение орбиты луны к эклиптике $5^{\circ}09'$.