

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (**9 класс**)

Максимальная оценка – 48 балла.

ЗАДАНИЕ 1.

Чему равна максимальная скорость метеорной частицы при ее влете в атмосферу Земли?

Максимальный балл – 8

Решение.

Метеорные частицы обращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам, поэтому вблизи Земли их скорость (относительно Солнца) не может превышать вторую космическую скорость, определяемую соотношением:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

и равную 42.1 км/с (здесь М — масса Солнца, а R — расстояние от Земли до Солнца). Земля движется по орбите со скоростью 29.7 км/с, если метеорное тело летит навстречу Земле, его относительная скорость может достичь $v_0=71.8$ км/с.

Критерии оценивания

Верный ответ без пояснения	4 балла
Приведено обоснование формы орбиты движения метеорной частицы	2 балла
Есть пояснение, что частица приблизительно движется со второй космической скоростью	2 балла
Всего	8 баллов

ЗАДАНИЕ 2.

Диаметр объектива телескопа равен 36 см. Какое минимальное увеличение имеет смысл использовать при визуальных наблюдениях с этим телескопом, считая, что диаметр зрачка человеческого глаза в ночных условиях составляет около 8 мм? Свой ответ обоснуйте.

Максимальный балл – 8

Решение.

Увеличение телескопа есть отношение фокусных расстояний объектива и окуляра. Оно же равно соотношению диаметров объектива и выходного пучка света. Если этот выходной пучок окажется больше зрачка наблюдателя, то часть света будет теряться, и такое увеличение использовать нецелесообразно. Минимальное увеличение M будет соответствовать выходному пучку с диаметром d , равным диаметру зрачка (около 8 мм в ночных условиях). Оно составит $D/d=45$. Здесь D – диаметр объектива телескопа.

Критерии оценивания

Верный ответ без пояснения	4 балла
Представлен логический вывод исходя из условия	4 балла
Всего	8 баллов

ЗАДАНИЕ 3.

У какой звезды горячее видимая поверхность – у белого карлика или у красного сверхгиганта?

Максимальный балл – 8

Решение.

Видимый цвет поверхности звезды однозначно связан с ее температурой. Голубые звезды – самые горячие, красные – самые холодные. Поэтому поверхность белого карлика, вне зависимости от ее размеров, горячее поверхности красного сверхгиганта.

Критерии оценивания

Основой решения задачи является указание, что цвет и температура поверхности звезды однозначно связаны друг с другом.	5 баллов
Дан верный ответ	3 балла
Всего	8 баллов

ЗАДАНИЕ 4.

У какой из планет: Марса или Нептуна – будет больше отличаться минимальная и максимальная яркость при наблюдении с Земли? Ответ поясните.

Максимальный балл – 8

Решение.

Так как обе планеты – внешние, то они практически всегда наблюдаются в полной фазе. Таким образом, их изменение яркости связано с изменением расстояния до Земли от минимально возможного до максимально возможного.

Марс находится на расстоянии $\approx 1,5$ а.е. от Солнца, и минимальное расстояние от него до Земли (в противостоянии) всего в 4 раза меньше максимального (в соединении).

Нептун находится на значительном расстоянии от Солнца, и расстояние между ним и Землёй не будет сильно меняться при движении планет.

Значит, звёздная величина Марса будет значительно больше изменяться при его различных конфигурациях, чем звёздная величина Нептуна.

Критерии оценивания

Упомянута связь яркости планеты от расстояния до Земли	2 балла
Описаны фазы расположения Марса относительно Земли	2 балла
Описано расположение Нептуна относительно Земли	2 балла
Сделан правильный вывод	2 балла
Всего	8 баллов

ЗАДАНИЕ 5.

Когда световой день длиннее: 20 февраля или 30 октября? Ответ поясните.

Максимальный балл – 8

Решение.

1) В день весеннего и осеннего равноденствия день будет равен ночи. После дня осеннего равноденствия день будет уменьшаться, а ночь увеличиваться. До дня весеннего равноденствия идет аналогичный процесс с той же скоростью, только в другую сторону (*1 балл*). 2) Поэтому 20 февраля день будет длиннее, так как до дня весеннего равноденствия останется 31 день. А 30 октября со дня осеннего равноденствия пройдет 38 дней (*3 балла*). 3) Отметим, что данное рассуждение справедливо для северного полушария. В южном полушарии день будет уменьшаться после дня весеннего равноденствия, а увеличиваться после дня осеннего равноденствия. Поэтому для южного полушария ответ будет противоположным: там световой день 30 октября будет длиннее, чем 20 февраля (*3 балла*). 4) На экваторе же световой день в любую дату составляет 12 часов (*1 балл*).

Критерии оценивания

Указано примерное объяснение на данный вопрос

За пункт 1	1 балл
За пункт 2	3 балла
За пункт 3	3 балла
За пункт 4	1 балл
Всего	8 баллов

ЗАДАНИЕ 6.

На каких планетах из земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс) космонавт, находящийся на поверхности этих планет, смог бы наблюдать метеоры? Ответ обоснуйте.

Максимальный балл – 8

Решение.

Можно увидеть метеор на Земле и Марсе. Метеор – это явление горения космического тела в атмосфере планеты. На Меркурии нет атмосферы, а на Венере настолько плотная атмосфера, что метеор просто не будет виден сквозь неё с поверхности планеты. На Марсе плотность атмосферы около 1/100 от плотности атмосферы Земли, что соответствует высотам порядка 30 км. Метеоры на Земле загораются на высоте 80–100 км, поэтому на Марсе они могут наблюдаться, но практически у поверхности планеты.

Критерии оценивания

За указание, что на Меркурии нельзя наблюдать метеоры	1 балл
За указание, что это явление нельзя наблюдать на Венере (при правильном объяснении)	4 балла
За указание, что на Земле можно наблюдать метеоры	1 балл
За указание, что на Марсе можно наблюдать метеоры	2 балла
Всего	8 баллов

Справочные материалы

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Данные о Солнце и Земле

Радиус Солнца $R_{\text{с}} = 695\,000 \text{ км}$

Масса Солнца $M_{\text{с}} = 1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Средний радиус Земли $R_{\text{з}} = 6370 \text{ км}$

Масса Земли $M_{\text{з}} = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$

Тропический год – 365.24219 суток

Период вращения Земли 23 часа 56 минут 04 секунды

Наклон экватора к эклиптике года: $23,5^\circ$

Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса	Радиус	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Видимая звездная величина
	кг	км		градусы	
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	697000	25.380 сут	7.25	–26.8
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	2439.7	58.646 сут	0.00	–0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	6051.8	243.019 сут	177.36	–4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	6378.1	23.934 час	23.45	–
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	3397.2	24.623 час	25.19	–2.0
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	71492	9.924 час	3.13	–2.7
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	60268	10.656 час	26.73	0.4
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	25559	17.24 час	97.86	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	24746	16.11 час	28.31	7.8

Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн.км	а.е.		градусы		сут
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	7.004	87.97 сут	115.9
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224.70 сут	583.9
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	—
Марс	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1
Уран	2871.0	19.1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7
Нептун	4504.3	30.0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5