



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП  
АСТРОНОМИЯ  
11 КЛАСС

**На решение олимпиадного задания отводится 2 часа. Максимальное количество - 48 баллов.**

***Оценивание заданий проводится по обобщенной шкале:***

0 баллов – решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1 балл – правильно угадан бинарный ответ («да» - «нет») без обоснования;

1-2 балла – попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2-3 балла – правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3-6 баллов – задание частично решено;

5-7 баллов – задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8- задание решено полностью;

Выставление премиальных баллов сверх максимальной оценки за задание не допускается.

***Задание 1. (8 баллов)***

В астрономии известно такое расположение небесных тел в пространстве как конфигурации планет. Какое расположение планет в пространстве называется противостоянием? В пояснение добавьте соответствующий рисунок. Какие из перечисленных планет могут наблюдаться с Земли в противостоянии: Юпитер, Уран, Нептун, Марс, Сатурн? Играет ли роль для объяснения то, что Марс – это планета Земной группы, а Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун – планеты Гиганты, если играет, то какую?

***Решение:*** все перечисленные планеты могут наблюдаться в противостоянии, так как они относятся к внешним планетам.

***Примечание:*** полным ответ считается, если: правильно дано объяснение понятию: противостояние и сделан соответствующий рисунок, отмечено понятие внешних планет. Отмечено, что не играет роль для объяснения то, что Марс – это планета Земной группы, а Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун – планеты Гиганты. Все перечисленные планеты могут наблюдаться в противостоянии, так как они относятся к внешним планетам.

***Задание 2. (8 баллов)***

В космический корабль мощностью 3 000 000 Вт загрузили склисса массой 500 кг (склисс отличается от коровы наличием крыльев). При этом, включив двигатели своего корабля на 10% мощности, он равномерно поднялся на высоту  $H = 100$  м за



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП  
АСТРОНОМИЯ  
11 КЛАСС

время  $t = 5$  секунд. Какова масса космического корабля с экипажем без склисса?  
Ускорение свободного падения на этой планете  
 $g = 5 \text{ м/с}^2$ .

**Решение:** По определению мощности  $N = \frac{A}{t}$ , где  $A$  – работа, совершенная двигателями корабля за время  $t$ .

Величина этой работы равна  $A = (M + m)g \cdot H$ , где  $M$  – масса корабля,  $m$  – масса склисса,  $g$  – ускорение свободного падения на планете. Учитывая, что двигатели работали лишь на 10% своей мощности, находим  $\eta N = \frac{(M + m)g \cdot H}{t}$ , откуда искомая масса корабля без склисса.  $M = \frac{\eta N t}{g \cdot H} - m = \frac{0,1 \cdot 3000000 \cdot 5}{5 \cdot 100} - 500 = 2500 \text{ кг} = 2,5 \text{ тонны}$ .

**Ответ:**  $M = 2500 \text{ кг} = 2,5 \text{ тонны}$ .

**Задание 3. (8 баллов)**

Будут ли одинаковы скорость вылета и дальность полета снаряда при выстреле из одной и той же пушки на Земле и на Луне? (сопротивлением земной атмосферы пренебречь) Ответ поясните.

**Решение:** Кинетическая энергия снаряда зависит только от энергии заряда и соотношения масс пушки ( $M$ ) и снаряда ( $m$ ). Если масса пушки велика, то снаряд уносит с собой всю энергию выстрела ( $E$ ):

$$M\vec{V} + m\vec{v} = 0 \text{ – закон сохранения импульса.}$$

$$\frac{MV^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = E \text{ – закон сохранения энергии.}$$

откуда  $V^2 = 2E/(M + m)$ , поэтому скорость вылета снаряда не зависит от того, на каком небесном теле произведен выстрел. А вот дальность его полета – зависит. Пусть  $\alpha$  – угол наклона ствола пушки к горизонту. Тогда дальность полета

$$L = \frac{2V_o^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

Как видим, при одинаковых значениях  $\alpha$  и  $v$  дальность полета обратно пропорциональна значению  $g$ . Например, на Луне та же пушка выстрелит в 6 раз дальше, чем на Земле.

**Задание 4. (8 баллов)**

Астроном Петя считает, что если укоротить сутки на экваторе, то люди будут находиться в состоянии невесомости. Если это так, то во сколько раз следует



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП  
АСТРОНОМИЯ  
11 КЛАСС

укоротить сутки, чтобы на экваторе ощущалась невесомость. Произойдут ли какие либо изменения с атмосферой Земли?

**Решение:**

Невесомость на экваторе будет наблюдаться при  $a = g$ , где  $a$  – центростремительное ускорение точек на экваторе. Именно при таком ускорении тела на экваторе будут фактически находиться в состоянии свободного падения. Поскольку

$$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, \quad R - \text{радиус Земли, } T - \text{продолжительность суток,}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}. \quad \text{То есть сутки следует укоротить в } n = \frac{T_0}{T} = \frac{T_0}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R}} \text{ раз, } T_0 = 24 \text{ ч.}$$

Подстановка дает  $T = 5080 \text{ с} = 1 \text{ ч } 25 \text{ мин}$  и  $n = 17$ .

Молекулы атмосферы из-за трения о Землю будут разгоняться, и даже при гораздо меньшем увеличении скорости вращения Земли значительная часть получит возможность преодолеть земное тяготение и улететь в окружающее космическое пространство. Земля начнет быстро терять атмосферу. При наступлении на экваторе невесомости этот процесс станет катастрофически быстрым – возникнут могучие воздушные потоки от полярных областей к экватору, а от экватора – в открытый космос.

**Задание 5. (8 баллов)**

Астроном Петя проводит наблюдения за Луной. В какой фазе астроном Петя увидел Луну, если она наблюдается точно в направлении на юг сразу после захода Солнца? Поясните, почему Вы так думаете? Пояснение можно сопроводить рисунком.

**Решение:**

Луна, как и Солнце, движется по эклиптике, отклоняясь от нее, в пределах  $5^\circ$ . Круги эклиптики и математического горизонта являются большими кругами небесной сферы, а значит, делят друг друга пополам. Если светило находится точно в направлении на юг, то оно пересекает небесный меридиан, являясь большим кругом, будет делить эклиптику пополам. Между Луной и Солнцем по эклиптике буде  $90^\circ$ . И Луна должна находиться в первой четверти.

**Задание 6. (8 баллов)**

Календарный год начался в понедельник, а закончился во вторник. В какой день недели закончится следующий календарный год? Ответ поясните.



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-2020 гг.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП  
АСТРОНОМИЯ  
11 КЛАСС

***Решение:***

В обычном году 365 дней, то есть 52 недели и один день. По условию год начался с понедельника, а закончился вторником, то это високосный год. Следующий год будет простым. Год закончится тем же днем, которым и начался – средой.