



10 класс

1. Бетельгейзе, Меркурий, Малое Магелланово облако, Ганимед, Плеяды. Расположите эти объекты в порядке увеличения линейного размера.

Решение:

Порядок такой: Меркурий, Ганимед, Бетельгейзе, Плеяды, Малое Магелланово облако. В основном для решения достаточно указать тип объекта (и его характерные размеры), однако важно отметить, что Меркурий меньше по размеру, чем Ганимед.

2. Какие планеты можно видеть невооруженным глазом в истинную солнечную полночь в Петербурге?

Решение:

В полночь можно (хотя и не всегда) увидеть планеты, которые находятся в противоположном направлении от Солнца относительно Земли, т.е. так называемые внешние планеты. К таким планетам относятся Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Только первые три из них видны невооруженным глазом. Т.е. решением является список «Марс, Юпитер, Сатурн».

3. Комета совершает один оборот вокруг Солнца за 64 года. Чему равна большая полуось ее орбиты?

Решение:

Если период обращения тела P , движущегося вокруг Солнца, выражен в годах, а большая полуось орбиты a — в астрономических единицах, то $P^2 = a^3$. Отсюда получаем, что $a = 16$ а.е.

4. Какую звездную величину имеет Солнце при наблюдении с Сатурна? Радиус орбиты Сатурна составляет 10 а.е.

Решение:

Земля в 10 раз ближе к Солнцу, чем Сатурн, поэтому освещенность, создаваемая Солнцем на Сатурне, в 100 раз меньше, чем на Земле (она обратно пропорциональна квадрату расстояния до Солнца). Разнице освещенностей в 100 раз соответствует разница на 5^m . На Земле видимая звездная величина Солнца около -27^m , следовательно, на Сатурне она окажется около -22^m .

5. Космонавт в течение 26 часов летал вокруг Земли над экватором на космическом корабле со скоростью 7.8 км/с. Сколько раз за это время он видел восход Солнца?

Решение:

Из того факта, что скорость корабля мало отличается от первой космической для Земли, можно понять, что он летал по круговой орбите, радиус которой примерно равен радиусу Земли. Длина экватора Земли составляет около 40 тыс. км, так что продолжительность одного оборота вокруг Земли по низкой орбите равна примерно $4 \cdot 10^4 / 7.8 / 3600 \approx 1.4$ часа. Отсюда следует, что за время полета корабль успел совершить вокруг Земли 18 полных оборотов ($26 / 1.4 \approx 18.6$). Однако за это время Земля также успела совершить полный оборот вокруг своей оси (т.к. прошло чуть больше солнечных суток).

Если корабль двигался по направлению вращения Земли, то на каждом витке он оказывался в той же самой точке относительно Солнца чуть раньше, чем заканчивал полный виток по орбите. Следовательно, относительно Солнца он совершил на один оборот больше, чем относительно Земли, и тогда космонавт успел увидеть 19 восходов Солнца.

Напротив, если корабль двигался против направления вращения Земли, то космонавт увидел только 17 восходов.

Тот же самый результат можно получить, воспользовавшись формулой синодического движения:

$$\frac{1}{T_{\text{К}\oplus}} = \frac{1}{T_{\text{К}\odot}} \mp \frac{1}{T_{\oplus\odot}} \implies \frac{1}{T_{\text{К}\odot}} = \frac{1}{T_{\text{К}\oplus}} \pm \frac{1}{T_{\oplus\odot}},$$

где $T_{\text{К}\oplus}$ — период корабля относительно Земли, $T_{\text{К}\odot}$ — период корабля относительно Солнца, $T_{\oplus\odot}$ — период обращения Земли вокруг своей оси относительно Солнца (солнечные сутки); знак «−» ставится в случае сонаправленных движений, «+» — в случае противоположно направленных.

В случае движения корабля по вращению Земли $T_{\text{К}\odot} \approx 1.32$ и, следовательно, относительно Солнца корабль успевает сделать 19 полных оборотов, а в обратном случае $T_{\text{К}\oplus} \approx 1.49$ и 17 полных оборотов относительно Солнца.

Примечание. Участник должен либо рассмотреть оба варианта движения корабля: как по вращению Земли, так и против, либо явно указать, что корабли практически всегда запускаются по вращению и можно рассматривать только этот вариант.