

РЕШЕНИЯ

Отборочный этап

10 класс, 11 класс

1. В 2010 году противостояние Сатурна произойдёт 22 марта.
В каком месте Земли Сатурн можно увидеть в зените в этом году?
Какова будет высота Сатурна над горизонтом в местную полночь 22 марта при наблюдении из Москвы (широта $55^{\circ}45'$)?

Решение. Поскольку противостояние Сатурна почти совпадает по времени с весенним равноденствием, сама планета находится в 2010 году вблизи точки осеннего равноденствия, то есть на небесном экваторе ($\delta=0^{\circ}$). Поэтому через зенит она проходит для наблюдателя, находящегося на экваторе Земли.

22 марта Сатурн будет располагаться на небесной сфере напротив Солнца, поэтому в местную полночь он будет в верхней кульминации. Применим формулу для расчёта высоты светила в кульминации: $h = (90^{\circ} - \varphi) + \delta$, $h = 34^{\circ}15'$.

2. В XX веке произошло 14 прохождений Меркурия по диску Солнца:

14 ноября 1907 года	7 ноября 1914 года	8 мая 1924 года	10 ноября 1927 года
11 мая 1937 года	11 ноября 1940 года	14 ноября 1953 года	6 мая 1957 года
7 ноября 1960 года	9 мая 1970 года	10 ноября 1973 года	13 ноября 1986 года
6 ноября 1993 года	15 ноября 1999 года		

Почему прохождения наблюдаются только в мае и ноябре? Почему ноябрьские прохождения наблюдаются значительно чаще майских?

2. Спроецироваться для земного наблюдателя на диск Солнца внутренняя планета может только тогда, когда в момент нижнего соединения она находится вблизи плоскости эклиптики, то есть вблизи узлов своей орбиты. Узлы орбиты Меркурия ориентированы в пространстве так, что на одной линии с ними Земля оказывается в мае и ноябре.

Орбита Меркурия существенно эллиптическая. В ноябре, вблизи перигелия своей орбиты, планета находится ближе к Солнцу (и дальше от Земли), и потому проецируется на диск Солнца чаще, чем в мае, вблизи афелия.

3. На сколько процентов отличается количество солнечного света, падающего на Луну в фазе первой четверти и в фазе полнолуния?

3. Освещённость лунной поверхности обратно пропорциональна квадрату расстояния от Солнца до Луны. В фазе первой четверти Луна находится на расстоянии примерно 1 а.е. от Солнца, в фазе полнолуния – в среднем на 384400 км дальше.

4. Во время великого (перигелийного) противостояния видимый угловой диаметр Марса достигает $25''$, во время афелийного он составляет всего $13''$. Определите по этим данным эксцентриситет орбиты Марса. Большая полуось орбиты Марса – 1,5 а.е., орбиту Земли считать окружностью.

4. Видимый угловой диаметр Марса обратно пропорционален расстоянию между Землёй и планетой. В афелии Марс расположен на расстоянии $a_M(1+e)$ от Солнца, в перигелии – на

расстоянии $a_M(1-e)$. Расстояние между Землёй и Марсом в афелийном и перигелийном противостоянии относятся как

$$(a_M(1+e)-1)/(a_M(1-e)-1).$$

С другой стороны, это отношение равно $25/13$. Запишем уравнение и решим его относительно e :

$$(a_M(1+e)-1)/(a_M(1-e)-1)=25/13, e=0,1.$$