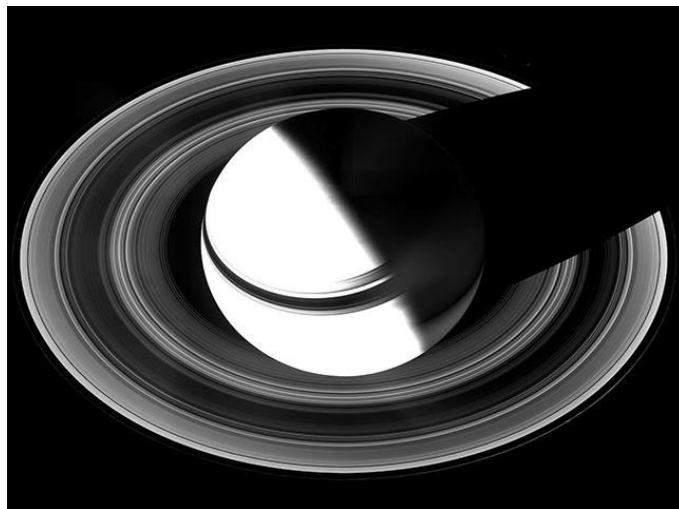


Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Муниципальный этап
11 класс

Время выполнения
3 астрономических часа

Задание 1.

На фото, сделанном космическим аппаратом Кассини, вы видите разрыв во всех кольцах Сатурна. В то же время при наблюдениях и съёмках Сатурна с Земли такое изображение никогда не получалось. Объясните, почему виден разрыв на представленном снимке и почему подобные снимки не получаются с Земли.

**Решение:**

Аппарат Кассини получил это изображение, обращаясь вокруг Сатурна. «Разрыв» объясняется тем, что части кольца, попавшие в тень, которую отбрасывает Сатурн на свои кольца, не видны. Можно сказать, что на невидимой части кольца сейчас «ночь». Поскольку Земля намного ближе к Солнцу, чем Сатурн, с неё видна только дневная сторона планеты, обращенной к Солнцу.

Задание 2.

В глубинах космоса, вдали от всех других тел, летает жидкая планета из ртути – огромный однородный шар. Ускорение свободного падения на поверхности планеты составляет 1000 м/с^2 . Стальной шарик объёмом 1 см^3 находится на расстоянии трети радиуса планеты от её центра. Найдите полную силу, которая действует на шарик. Плотность ртути $13,6 \text{ г/см}^3$, плотность стали $7,8 \text{ г/см}^3$. Примите, что при движении к центру планеты ускорение свободного падения возрастает по закону $g^* = \frac{gr}{R}$.

Решение:

На шарик, погруженный в жидкость, действует сила тяжести

$$F_m = mg^* = \rho_m g^* V$$

и архимедова сила $F_a = \rho_{ж} g^* V$, тогда полная сила

$$F = F_a - F_m = (\rho_{ж} - \rho_m) g^* V. \quad (1)$$

Сложность в том, что g^* в нашем случае – это ускорение свободного падения не на поверхности планеты, а в том месте, где находится шарик, - на расстоянии $r = R/3$ от её центра.

В самом центре планеты, очевидно, $g = 0$, поскольку силы притяжения шарика от всех точек планеты компенсируются.

Т.к ускорение свободного падения возрастает линейно по закону $g^* = \frac{gr}{R}$.

Тогда в нашем случае $g^* = \frac{g}{3}$, и (1) примет вид:

$$F = F_a - F_m = (\rho_{ж} - \rho_m) g^* V = \frac{(\rho_{ж} - \rho_m) g V}{3} = 2Н.$$

Задание 3.

Потерпев аварию и очутившись в результате на неизвестной планете, космонавты решили определить ее гравитационные характеристики, измерив скорость тела, подброшенного вертикально вверх с поверхности планеты. Проведя опыты, они определили, что на высоте 2 м над точкой бросания скорость тела равна 6 м/с, а на высоте 4 м она составила 4 м/с. Какова была скорость тела в момент броска и какой будет его скорость на высоте 6 м над поверхностью планеты?

Решение:

Запишем уравнения для высоты тела, подброшенного вертикально вверх, в зависимости от начальной и конечной скоростей и ускорения:

$$h_1 = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g}; \quad h_2 = \frac{v_0^2 - v_2^2}{2g}$$

Вычтя эти уравнения друг из друга, получаем: $h_2 - h_1 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}$, откуда:

$$g = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2(h_2 - h_1)} = 5 \text{ м/с}^2.$$

Подставив это в любое из первоначальных уравнений, найдём, что $v_0 = \sqrt{v_1^2 + 2gh_1} = 7,5 \text{ м/с}$.

скорость на высоте $h_3=6$ м равна $v_3 = \sqrt{v_0^2 - 2gh_3} = \sqrt{-4} \text{ м/с}$, что не имеет смысла, значит, тело вообще не достигнет этой высоты.

Задание 4.

Можно ли наблюдать Луну за сутки до солнечного затмения? А за сутки до лунного? Ответ обосновать.

Решение:

Затмения бывают тогда, когда Солнце, Земля и Луна находятся на одной прямой. Перед солнечным затмением Луна не успеет дойти до линии Земля - Солнце. Но при этом за сутки будет вблизи неё. Эта фаза соответствует новолунию, когда Луна обращена к Земле тёмной стороной и к тому же теряется в лучах Солнца - поэтому не видна.

За сутки перед лунным затмением Луна не успевает дойти до линии Солнце - Земля. В это время она находится в фазе полнолуния, и поэтому видна.

Задание 5.

Температура в центре Солнца 15 млн К, и там протекают термоядерные реакции. Почему же у белого карлика Сириус В, температура внутри которого оценивается в 40 млн К, эти реакции не протекают?

Решение:

В недрах Солнца много водорода, для горения которого температуры в 15 млн К вполне достаточно. А в недрах Сириуса В водород уже выгорел в процессе эволюции этой звезды, и там есть только гелий с примесью более тяжелых элементов. Для горения гелия температуры в 40 млн К недостаточно.

Задание 6.

На северном полюсе Земли проводятся наблюдения Солнца в моменты весеннего и осеннего равноденствий. Когда Солнце будет видно выше над горизонтом? Величину атмосферного давления считать одинаковой в обоих случаях.

Решение:

Если бы у Земли не было атмосферы, в моменты обоих равноденствий на северном полюсе центр диска Солнца находился бы точно на горизонте. В действительности Солнце находится выше благодаря атмосферной рефракции – преломлению лучей света при входе во все более плотные слои атмосферы. Величина рефракции зависит от атмосферных условий, увеличиваясь с плотностью воздуха, которая, в свою очередь, при постоянном атмосферном давлении растет с падением температуры. Во время весеннего равноденствия на северном полюсе холоднее, и при равном давлении Солнце будет видно чуть выше, чем в осеннее равноденствие.