**Лекционный материал для самостоятельной работы**

**по дисциплине *Астрономия***

**Преподаватель *Коржиков Юрий Александрович***

**Группы СМ-1к Тема на 2 часа.**

**Задание**

**Необходимо законспектировать тему**

**Тема Определение масс небесных тел**

Закон всемирного тяготения Ньютона позволяет измерить одну из важнейших физических характеристик небесного тела — его массу.

Массу небесного тела можно определить: а) из измерений силы тяжести на поверхности данного тела (гравиметрический способ); б) по третьему (уточненному) закону Кеплера; в) из анализа наблюдаемых возмущений, производимых небесным. телом в движениях других небесных тел.

Первый способ применим пока только к Земле и заключается в следующем.

На основании закона тяготения ускорение силы тяжести на поверхности Земли

**http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image002-24.gif**

где *т —* масса Земли, a *R —* ее радиус. Отсюда масса Земли

|  |  |
| --- | --- |
| http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image004-28.gif | (2.25) |

Ускорение силы тяжести *g* (точнее, ускорение составляющей силы тяжести, обусловленной только силой притяжения), так же как и радиус Земли *R ,* определяется из непосредственных измерений на поверхности Земли (см. § 46 и 62). Постоянная тяготения *f* достаточно точно определена из опытов Кэвендиша и Йолли, хорошо известных в физике.

С принятыми в настоящее время значениями величин *g, R* и *f* по формуле (2.25) получается масса Земли

*http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image006-21.gif*

Зная массу Земли и ее объем, легко найти среднюю плотность Земли. Она равна 5,52 *г/см3*

Третий, уточненный закон Кеплера позволяет определить соотношение между массой Солнца и массой планеты, если у последней имеется хотя бы один спутник и известны его расстояние от планеты и период обращения вокруг нее.

Действительно, движение спутника вокруг планеты подчиняется тем же законам, что и движение планеты вокруг Солнца и, следовательно, уравнение (2.24) может быть записано в этом случае так:

*http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image008-16.gif*

где — М, *т* и *mc* — массы Солнца, планеты и ее спутника, *Т* и *tc* — периоды обращений планеты вокруг Солнца и спутника вокруг планеты, *a* и *а*с — расстояния планеты от Солнца и спутникаот планеты соответственно.

Разделив числитель и знаменатель левой части дроби этого уравнения па *т* и решив его относительно масс, получим

|  |  |
| --- | --- |
| *http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image010-13.gif* | (2.26) |

Отношение http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image012-11.gif для всех планет очень велико; отношение же http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image014-11.gif наоборот, мало (кроме Земли и ее спутника Луны) и им можно пренебречь. Тогда в уравнении (2.26) останется только одно неизвестное отношение http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image016-6.gif, которое легко из него определяется. Например, для Юпитера определенное таким способом обратное отношение http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image018-4.gif равно 1 : 1050.

Так как масса Луны, единственного спутника Земли, сравнительно с земной массой достаточно большая, то отношением http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image020-5.gif в уравнении (2.26) пренебрегать нельзя. Поэтому для сравнения массы Солнца с массой Земли необходимо предварительно определить массу Луны. Точное определение массы Луны является довольно трудной задачей, и решается она путем анализа тех возмущений в движении Земли, которые вызываются Луной.

Под влиянием лунного притяжения Земля должна описывать в течение месяца эллипс вокруг общего центра масс системы Земля — Луна.

По точным определениям видимых положений Солнца в его долготе были обнаружены изменения с месячным периодом, называемые *“лунным неравенством”.* Наличие “лунного неравенства” в видимом движении Солнца указывает на то, что центр Земли действительно описывает небольшой эллипс в течение месяца вокруг общего центра масс “Земля — Луна”, расположенного внутри Земли, на расстоянии 4650 *км* от центра Земли. Это позволило определить отношение массы Луны к массе Земли, которое оказалось равным http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image022-1.gif. Положение центра масс системы “Земля — Луна” было найдено также из наблюдений малой планеты Эрос в 1930—1931 гг. Эти наблюдения дали для отношения масс Луны и Земли величину http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image024-2.gif . Наконец, по возмущениям в движениях искусственных спутников Земли отношение масс Луны и Земли получилось равным http://crydee.sai.msu.ru/ak4/image026-1.gif. Последнее значение наиболее точное, и в 1964 г. Международный астрономический союз принял его как окончательное в числе других астрономических постоянных. Это значение подтверждено в 1966 г. вычислением массы Луны по параметрам обращения ее искусственных спутников.

С известным отношением масс Луны и Земли из уравнения (2.26) получается, что масса Солнца *M*¤ в 333 000 раз больше массы Земли, т.е.

*M*¤ *»* 2 × 1033 *г.*

Зная массу Солнца и отношение этой массы к массе любой другой планеты, имеющей спутника, легко определить массу этой планеты.

Массы планет, не имеющих спутников (Меркурий, Венера, Плутон), определяются из анализа тех возмущений, которые они производят в движении других планет или комет. Так, например, массы Венеры и Меркурия определены по, тем возмущениям, которые они вызывают в движении Земли, Марса, некоторых малых планет (астероидов) и кометы Энке — Баклунда, а также по возмущениям, производимым ими друг на друга.

**Практическое занятие**

Задачи:

1. Вычислить массу Нептуна относительно массы Земли, зная, что его спутник отстоит от центра планеты на 354 тыс. км и период обращения равен 5 суткам 21 часу.

*Ответ*: 17,1 массы Земли.

2. Радиус Марса меньше радиуса Земли в 1,88 раза, а средняя плотность меньше в 1,4 раза. Определите ускорение силы тяжести на поверхности Марса, если ускорение силы тяжести на поверхности Земли равно 9,81 м/с2.

*Ответ*: *g*М 3,6 м/с≈2.

3. Оцените массу Сатурна, зная, что спутник его Титан обращается вокруг планеты с периодом 15,9 сут на среднем расстоянии 1220 тыс. км. Для Луны эти величины равны соответственно 27,3 сут и 384 тыс. км.

*Ответ*: Масса планеты Сатурн составляет примерно 95 масс Земли.