

Республиканская открытая конференция научного  
объединения учащихся «Сигма»

**Секция: «Физика»**

Тема исследования:

**Ускорение свободного падения  
и вес на планетах солнечной системы**

**Исполнитель:**

ученик 7 класса, МКОУ  
«СОШ им. А.Ж. Панагова с.п.  
Инаркой, Шидаков Азамат

**Научный руководитель:**

учитель физики МКОУ «СОШ  
им. А.Ж. Панагова с.п.  
Инаркой, Шарибов Р.А.

**Инаркой, 2024г.**

## Содержание

<b>Введение</b> .....	4с.
<b>Глава 1. Планеты солнечной системы</b> .....	5с.
<b>Глава 2. Закон всемирного тяготения</b> .....	9с.
2.1 Расчет свободного падения и ускорения силы тяжести .....	10с.
<b>Заключение</b> .....	15с.
<b>Список использованных источников и литературы</b> .....	16с.

**Актуальность:** Взглянув в небо я задавался вопросом о возможности существования жизни на других планетах. Однако благодаря физике и прогрессу в космических исследованиях, у нас теперь есть возможность изучать планеты, находящиеся ближе всего к нам, и открыть для себя дверь в мир космоса. Благодаря усилиям величайших ученых и космонавтов, мы сейчас обладаем знаниями о характеристиках планет и силе тяжести, действующей на их поверхности.

**Цель:** исследовать ускорение свободного падения и веса моего тела на разных планетах Солнечной системы.

**Задачи:**

Во-первых, с учетом закона всемирного тяготения и известных значений радиусов и масс планет, мне нужно определить ускорение свободного падения и веса тела массой 50 кг на каждой планете. Во-вторых, я проведу сравнительный анализ полученных результатов.

**Объект исследования:** Всемирное тяготение

**Предмет исследования:** Ускорение свободного падения и вес

**Методы исследования:** Изучение справочной литературы, вычисление и анализ полученных результатов.

**Практическая значимость:** Знание ускорения свободного падения необходимо для планирования космических экспедиций. Понимание различий в весе тела на разных планетах поможет нам адаптироваться к условиям, с которыми мы столкнемся во время космических миссий.

**Выводы:** Вес тела будет различаться на разных планетах. По результатам исследования, самый маленький вес тела будет на Меркурии и Марсе. Однако на Юпитере вес будет самым большим, и все предметы были бы гораздо тяжелее, чем на Земле в 2,48 раза. Таким образом, мои исследования позволяют нам лучше понять различия в силе тяжести на разных планетах и использовать эту информацию для будущих космических путешествий.

## Введение

В этом году мы начали изучать физику и на уроках узнали, почему все физические тела падают на Землю. Это явление было объяснено великим ученым Исааком Ньютоном. Интересно, что легенда гласит, что он пришел к этому открытию, когда яблоко упало ему на голову. Оказывается, все тела на поверхности Земли подвержены силе тяжести, которая зависит от их массы и расстояния до центра Земли. Эта сила тяжести равна приблизительно  $9,8$  Н/кг.

Но меня заинтересовал вопрос: какая сила тяжести действует на тела на поверхности других планет Солнечной системы? Ведь в будущем мы, возможно, отправим летательные аппараты на эти планеты, а может быть, даже люди смогут там побывать.

Когда мы говорим о силе тяжести на других планетах, мы должны учитывать их массу и размеры. Например, Марс, четвертая планета от Солнца, имеет меньшую массу и размеры, чем Земля. Из-за этого сила тяжести на Марсе будет слабее, чем на Земле. Она составляет примерно  $3,7$  Н/кг, что является примерно  $2,6$  раза меньше, чем на Земле.

С другой стороны, Юпитер, самая большая планета в Солнечной системе, имеет гораздо большую массу и размеры, чем Земля. Это означает, что сила тяжести на Юпитере будет значительно сильнее, чем на Земле. Она составляет около  $24,8$  Н/кг, что примерно в  $2,5$  раза больше, чем на нашей планете.

Таким образом, сила тяжести на разных планетах может существенно отличаться от силы тяжести на Земле. Это важно учитывать при планировании космических миссий и исследовании других планет. Когда мы отправимся на эти планеты, мы должны будем адаптироваться к их гравитационным условиям и учесть их влияние на нашу физическую активность и движение.

Таким образом, изучение силы тяжести на разных планетах поможет нам лучше понять физические особенности каждой планеты и разработать

соответствующие стратегии и технологии для успешных космических исследований.

## **1. Планеты солнечной системы**

Сначала мы решили выяснить, что такое планеты, сколько планет в Солнечной системе, и для каждой из них в отдельности. Ранее планетой считалось тело, обращающееся вокруг Солнца, сияющее отраженным от него светом и имеющее достаточно большие размеры.

Еще в Древней Греции упоминалось о 7 светящихся телах, которые движутся по небу на фоне неподвижных звезд. Этими космическими телами были Солнце, Меркурий, Венера, Луна, Марс, Юпитер и Сатурн. Древние греки считали Землю центром всего сущего, поэтому Земля не была включена в этот список. И только в XVI веке Николай Коперник пришел к выводу, что в центре планетной системы находится не Земля, а Солнце. Поэтому Солнце и Луна были удалены из списка, и была добавлена Земля. А после появления телескопов были добавлены Уран и Нептун.

Наша солнечная система состоит из Солнца, центральной звезды и всех естественных космических объектов, вращающихся вокруг нее.

На сегодняшний день Солнечная система состоит из 8 планет: 4 внутренних планет, так называемых планет Земли, и 4 внешних планет, называемых газовыми гигантами.

К планетам на Земле относятся Земля, Меркурий, Венера и Марс. Все они состоят в основном из силикатов и металлов, схожих по размеру с Землей. Экзопланетами являются Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Состав газового гиганта состоит в основном из водорода и гелия.

Размеры планет Солнечной системы различаются как внутри групп, так и между ними. Следовательно, газовые гиганты намного крупнее и массивнее планет земной группы.

### **Меркурий**

Меркурий находится ближе всего к Солнцу и удаляется по мере удаления Венеры, Земли, Марса, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и других планет.  
Ртуть

Самая маленькая планета в Солнечной системе и ближайшая к Солнцу. Она была названа в честь древнеримского бога торговли — Быстрого Меркурия, потому что он движется по небу быстрее других планет. Период обращения вокруг Солнца составляет всего 87,97 земных суток — самый короткий из всех планет Солнечной системы. Масса Меркурия -  $3,3 \cdot 10^{23}$  кг. При наблюдении с Земли видимое расстояние Меркурия от Солнца никогда не превышает  $28^\circ$ . Такая близость к Солнцу означает, что планету можно увидеть только в течение короткого времени после захода солнца или перед восходом солнца, обычно в сумерках. С помощью телескопов можно увидеть фазы Меркурия, которые варьируются от тонкой косы, как у Венеры или Луны, до почти полных дисков, иногда проходящих через диск Солнца. Период смены фаз Меркурия равен периодическому периоду его обращения — приблизительно.

## Венера

2-я по удаленности от Солнца и 6-я по величине планета Солнечной системы принадлежит к семейству планет земной группы, наряду с Меркурием, Землей и Марсом.

Она названа в честь древнеримской богини любви Венеры. По многим характеристикам (например, массе и размерам) Венера считается "сестрой" Земли.

Год Венеры составляет 224,7 земных суток. Из всех планет Солнечной системы она имеет самый длительный период вращения вокруг своей оси (около 243 земных суток, в среднем  $243,0212 \pm 0,00006$  суток) и вращается в направлении, противоположном вращению большинства планет.

У Венеры нет естественного спутника. На земном небе Венера является третьей по яркости звездой после Солнца и Луны. Ее яркость достигает видимой величины  $-4,6$  м, чего достаточно, чтобы отбрасывать заметные

тени ночью. Иногда Венеру можно увидеть невооруженным глазом, а также днем.

### **Земля**

Третья планета Солнечной системы по расстоянию от Солнца. Это самая плотная из всех планет Солнечной системы, 5-я по диаметру и массе и самая крупная из планет земной группы, в которую также входят Меркурий, Венера и Марс. В настоящее время это единственное известное человеку тело во Вселенной, где обитают живые организмы.

### **Марс**

7-я планета по удаленности от Солнца (после Меркурия, Венеры и Земли) и 4-я по размеру в Солнечной системе (по массе и диаметру превосходит только Меркурий).

Масса Марса составляет 0,107 массы Земли, объем - 0,151 объема Земли, а средний диаметр линии - 0,53 диаметра Земли. Рельеф Марса имеет множество уникальных особенностей. Например, гора Олимп, потухший вулкан на Марсе, является самой высокой известной горой на планете Солнечной системы, а долина Маринер - самым большим известным каньоном на планете.

Кроме того, южное и северное полушария планеты радикально отличаются по рельефу. Существует гипотеза, что это Большой ударный кратер Северной плоскости, на долю которого приходится 40% поверхности планеты; в этом случае он оказывается самым большим известным ударным кратером в Солнечной системе.

### **Юпитер**

Юпитер - 5-я планета от Солнца и самая большая в Солнечной системе. Это газовый гигант с массой, более чем в 2,5 раза превышающей совокупную массу всех остальных планет Солнечной системы, но чуть менее 1000/1 массы Солнца. Юпитер - третий по яркости природный объект на ночном небе Земли после Луны и Венеры.

### **Сатурн**

Визитной карточкой Сатурна, конечно же, является его кольцевая система, состоящая в основном из частиц льда разного размера, а также горных пород и пыли. Сатурн по своему составу похож на Юпитер, но по плотности уступает обычной воде. Внешняя атмосфера планеты выглядит спокойной и однородной, что объясняется очень плотным слоем тумана. Но скорость ветра в этом месте может достигать 1800 км/ч.

### **Уран**

Уран - первая планета, открытая с помощью телескопов, а также единственная планета в Солнечной системе, которая вращается вокруг Солнца", - говорит он, лежа на боку. "Атмосфера Урана очень плотная и состоит в основном из водорода и гелия.

### **Нептун**

Нептун - самая удаленная планета от центра Солнечной системы. Прежде чем наблюдать планету в телескоп, ученые использовали математические расчеты для расчета положения неба. Это произошло после того, как было обнаружено необъяснимое изменение движения Урана по собственной орбите. На планеты дуют самые быстрые ветры Солнечной системы: их скорость достигает 2200 км/ч.



## 2. Закон всемирного тяготения.

Исаак Ньютон смог объяснить движение тел на поверхности Земли и в космическом пространстве с помощью закона всемирного тяготения. Ньютон пришел к своей теории в результате многолетних исследований движения Луны и планет. Он установил один из фундаментальных законов механики, получивший название закона всемирного тяготения:

"Любые 2 объекта притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их массы и обратно пропорционален степени 2 расстояния между ними:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

где  $m_1$  и  $m_2$  - массы взаимодействующих объектов,  $R$  - расстояние между объектами, а  $G$  - гравитационная постоянная, которая численно равна притяжению 1 объекта массой 1 кг, расположенных на расстоянии 2 м друг от друга. Оно, по существу, одинаково для всех тел и равно:

$$G = 6,67 * 10^{-11} \text{ Н*м}^2/\text{кг}^2$$

## 2.1 Расчет свободного падения и ускорения силы тяжести

Сила тяжести на поверхности Земли рассчитывается по формуле  $F_{тяж}=m*g$ ;  $g$  - постоянная величина, получаемая путем подстановки значений массы и радиуса Земли в формулу закона всемирного тяготения. Исходя из этого, если я доберусь туда, можно определить силу тяжести, действующую на меня на поверхности планеты. Мой вес составляет 50 кг.

### 1) На планете Земля

Дано:  $M_з=59,76*10^{23}$  кг

Решение.

$$m=50\text{кг}$$

$$R_з=6,371*10^6 \text{ м}$$

$$g(z)=G*M_{земли}/R_{земли}^2$$

$$g=6,67*10^{-11} \text{ Н*м}^2/\text{кг}^2 * \frac{59,76*10^{23}\text{кг}}{(6,371*10^6 \text{ м})^2} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$g=? , F_{тяж}=? .$$

$$F_{тяж}=m*g; F_{тяж}= 50 \text{ кг} * 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 490 \text{ Н}$$

### 2) На планете Меркурий

Дано:  $M_{меркур}=3,3*10^{23}$  кг

Решение.

$$M=50\text{кг}$$

$$R_{мерк}=2,44*10^6 \text{ м}$$

$$g(m)=G*M_{меркур}/R_{мерк}^2$$

$$g=6,67*10^{-11} \text{ Н*м}^2/\text{кг}^2 * \frac{3,3*10^{23}\text{кг}}{(2,44*10^6 \text{ м})^2} = 3,7 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$g=? , F_{тяж}=? .$$

$$F_{тяж}=m*g; F_{тяж}= 50 \text{ кг} * 3,7 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 185 \text{ Н}$$

3) На планете **Венера**

Дано:  $M_{\text{Венера}}=48,7 \cdot 10^{23}$  кг

$M=50$  кг

$R_{\text{Венера}}=6,1 \cdot 10^6$  м

Решение.

$$g(\text{В})=G \cdot M_{\text{Венера}} / R_{\text{Венера}}^2$$

$$g=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \cdot \frac{48,7 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(6,1 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 8,73 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$g=?$ ,  $F_{\text{тяж}}=?$ .

$$F_{\text{тяж}}=m \cdot g; \quad F_{\text{тяж}}=50 \text{ кг} \cdot 8,73 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 436,5 \text{ Н}$$

4) На планете **Марс**

Дано:  $M_{\text{Марс}}=6,42 \cdot 10^{23}$  кг

$M=50$  кг

$R_{\text{Марс}}=3,38 \cdot 10^6$  м

Решение.

$$g(\text{Мар})=G \cdot M_{\text{Марс}} / R_{\text{Марс}}^2$$

$$g=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \cdot \frac{6,42 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(3,38 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 3,74 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$g=?$ ,  $F_{\text{тяж}}=?$ .

$$F_{\text{тяж}}=m \cdot g; \quad F_{\text{тяж}}=50 \text{ кг} \cdot 3,74 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 187 \text{ Н}$$

5) На планете **Юпитер**

Дано:  $M_{\text{Юпит}}=1900 \cdot 10^{23}$  кг

$M=50$  кг

$R_{\text{Юпитера}}=71,3 \cdot 10^6$  м

Решение.

$$g(\text{Юп})=G \cdot M_{\text{Юпитера}} / R_{\text{Юпитера}}^2$$

$$g=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \cdot \frac{1900 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(71,3 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 24,34 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$g=?$ ,  $F_{\text{тяж}}=?$ .

$$F_{\text{тяж}}=m \cdot g; \quad F_{\text{тяж}}=50 \text{ кг} \cdot 24,34 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 1217 \text{ Н}$$

6) На планете **Сатурн**

Дано:  $M_{\text{сат}}=5690 \cdot 10^{23}$  кг

$M=50$  кг

$R_{\text{сатурн}}=60,4 \cdot 10^6$  м

Решение.

$$g(\text{сат})=G \cdot M_{\text{сатурна}} / R_{\text{сатурна}}^2$$

$$g=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \cdot \frac{5690 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(60,4 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 10,4 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$g=?$ ,  $F_{\text{тяж}}=?$ .

$$F_{\text{тяж}}=m \cdot g; \quad F_{\text{тяж}}=50 \text{ кг} \cdot 10,4 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}=520 \text{ Н}$$

7) На планете **Уран**

Дано:  $M_{\text{ур}}=869 \cdot 10^{23}$  кг

$M=50$  кг

$R_{\text{урана}}=23,8 \cdot 10^6$  м

Решение.

$$g(\text{ур})=G \cdot M_{\text{урана}} / R_{\text{урана}}^2$$

$$g=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \cdot \frac{869 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(23,8 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 10,23 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$g=?$ ,  $F_{\text{тяж}}=?$ .

$$F_{\text{тяж}}=m \cdot g; \quad F_{\text{тяж}}=50 \text{ кг} \cdot 10,23 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}=511,5 \text{ Н}$$

8) На планете **Нептун**

Дано:  $M_{\text{нептун}}=1040 \cdot 10^{23}$  кг

$M=50$  кг

$R_{\text{нептун}}=22,2 \cdot 10^6$  м

Решение.

$$g(\text{неп})=G \cdot M_{\text{нептуна}} / R_{\text{нептуна}}^2$$

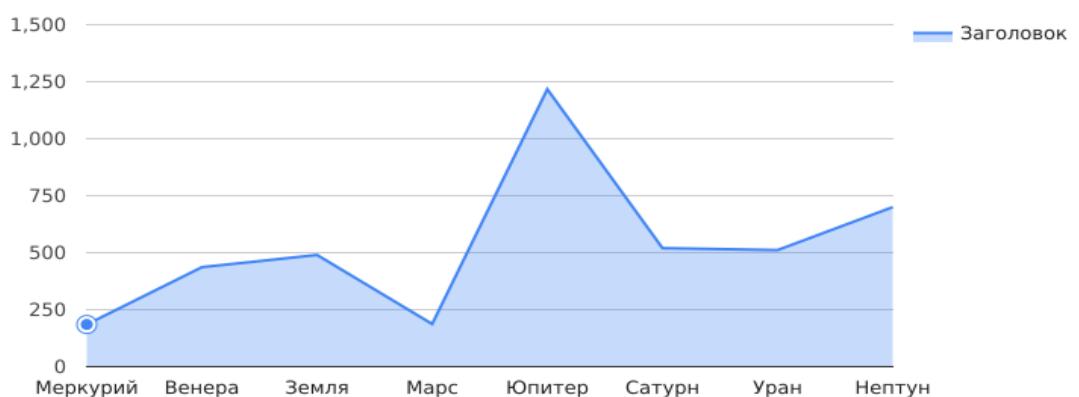
$$g=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \cdot \frac{1040 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{(22,2 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 14 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$g=? , F_{тяж}=? .$$

$$F_{тяж}=m*g; F_{тяж}= 50 \text{ кг} * 14 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 700\text{Н}$$

Название планеты	Массы планет(*10 <sup>23</sup> кг)	Радиус планет (10 <sup>6</sup> м)	Ускорение свободного падения (g)	Вес при массе 50 кг
Меркурий	3,3	2,44	3,7 Н/кг	185 Н
Венера	48,7	6,1	8,73 Н/кг	436,5 Н
Земля	59,76	6,371	9,8 Н/кг	490 Н
Марс	6,42	3,38	3,74 Н/кг	187 Н
Юпитер	1900	71,3	24,34 Н/кг	1217Н
Сатурн	5690	60,4	10,4 Н/кг	520 Н
Уран	869	23,8	10,23 Н/кг	511,5 Н
Нептун	1040	22,2	14 Н/кг	700Н

Значения для моего веса на различных планетах.



### Факторы, влияющие на вес

В процессе изучения материала я узнал, что существует несколько факторов, влияющих на вес тела. Так, например, на вес яблока, лежащего на столе, могут влиять:

1. атмосфера, выталкивающая яблоко посредством архимедовой силы;
2. конвекционные потоки нагретого или холодного воздуха;
3. освещающие яблоко солнечные лучи, оказывающие на него давление;
4. изменение влажности атмосферы;
5. изменение ускорения свободного падения, вызванное непрерывным изменением массы Земли.

С учетом этого, очевидно, что, например, на Венере, имеющей сравнительно плотную атмосферу, вес тела будет значительно изменяться из-за архимедовой силы атмосферы планеты.

По справочным данным, плотность атмосферы у поверхности планеты:

$$\rho_{\text{атм}} = 67 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Объем газа, вытесняемого из атмосферы, равен объему тела человека, узнать который можно по объему вытесненной из бочки воды при полном погружении:

$$V_t = 0.04 \text{ м}^3$$

Тогда архимедова сила, действующая на тело, равна:

$$F_A = \rho_{\text{атм}} V_t g$$

$$F_A = 67 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,04 \text{ м}^3 \cdot 8,9 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 23,852 \text{ Н}$$

При этом сила тяготения:

$$F_T = mg \quad F_{тяж} = 50 \text{ кг} * 8,9 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 445 \text{ Н}$$

Поэтому вес тела с учетом действия атмосферы:

$$P = F_T - F_A ; \quad P = 445 \text{ Н} - 23,852 \text{ Н} = 421,15 \text{ Н}$$

### Заключение

В итоге получаем, что сила тяжести будет меньше всего на Меркурии и Марсе. И если бы там можно было ходить, то люди бы передвигались легко, могли бы делать большие прыжки. На Юпитере же сила тяжести самая большая и там все было бы тяжелее, чем на Земле в 2,4 раза. И ходить там было бы труднее. На самом деле на планетах гигантах мы вообще бы не смогли стоять, так как, аналога земной коры газовые гиганты не имеют. У них нет твёрдой поверхности, поскольку под атмосферой располагаются в основном замёрзшие слои водородных соединений: воды, метана, аммиака и тому подобных газов, а под ними, возможно, находится каменное ядро.

Так же известно, что температура на внешних оболочках атмосфер планет гигантов очень низка: от  $-140$  до  $-200^\circ\text{C}$ . Они содержат много газообразного метана, а Юпитер и Сатурн — также аммиака. В таких условиях высшие земные организмы существовать не могут. Поэтому, я думаю, что если ученые захотят получить более подробную информацию о данных планетах, то туда будут посылать только летательные аппараты со специализированной робототехникой, а люди сами не полетят.

## Литература

1. Перышкин А.В. Физика, 7 кл.: учеб. для общеобразов. учрежд. А.В.Перышкин-2 – е изд., стереотип.,- М.:Дрофа, 2013.-217с.
2. Перышкин А.В., Гутник Е.М., Физика, 9 кл.: учеб.. А.В.Перышкин, Е.М. Гутник., -7 – е изд., перераб.,- М.:Дрофа, 2019.-350с.
3. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н., Физика, 10 кл.: учеб.. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский, под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой, - 18-е., изд.,- М.:Просвещение, 2009.-366с.
4. Воронцов – Вельяминов, Б.А., Астрономия, 11 кл.: учеб/ Б.А.Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут.-5-е изд., пересмотр.-М.: Дрофа, 2018.-238с.
5. <https://dzen.ru/?yredirect=true&clid=2408640&win=512>.