

Исследовательская работа по теме:

«Вычисление силы тяжести на Земле и планетах Солнечной системы с использованием информационных технологий»

Подготовила проект ученица 7 класса
Доброрадных Екатерина Андреевна
Руководители: Шувалова Ирина Ивановна
Стрельникова Людмила Васильевна

СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

1. Цели исследования
2. Задачи исследования
3. Первый проблемный вопрос
4. Теоретические выкладки
5. Расчёт ускорения свободного падения
6. Расчёт силы тяжести на полюсе и экваторе
7. Второй проблемный вопрос
8. Какие планеты образуют солнечную систему и чем они отличаются
9. Расчёт силы тяжести на планетах земной группы
 1. С использованием программирования
 2. С использованием электронных таблиц
10. Выводы

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Исследовать, как меняется сила тяжести на Земле, при движении тела с полюса на экватор.
- Исследовать зависимость силы тяжести, на четырёх планетах солнечной системы: Меркурии, Венере, Земле и Марсе, от их массы и радиуса.



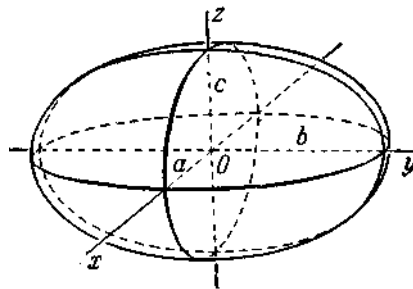
ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Проанализировать одинаковая ли сила тяжести на поверхности Земли, и если нет, то от чего она зависит?
- Рассчитать, чему равна сила тяжести на планетах земной группы. Для этого, составить программу на Паскале.
- Такие же расчёты провести в программе excel. Построить сравнительные диаграммы для ускорения свободного падения и силы тяжести на данных планетах в программе excel.
- Для наглядности использовать графический редактор Flash, в котором создать анимационные ролики для планет земной.



ПЕРВЫЙ ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС

- Пока мы еще не покинули Землю, сделаем такой опыт: мысленно опустимся на один из земных полюсов, а затем представим себе, что мы перенеслись на экватор.
- Интересно, изменился ли наш вес?



Черт. 47.

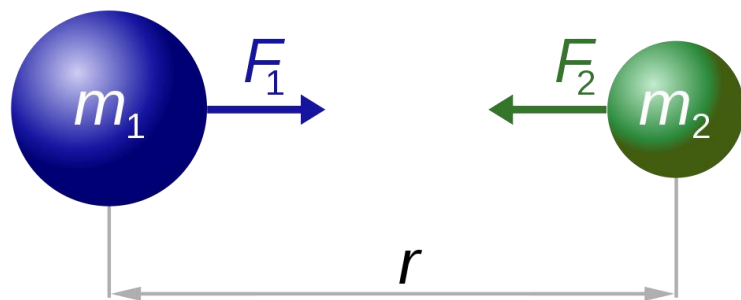


ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВЫКЛАДКИ

- Благодаря притяжению к Земле течет вода в реках.
- Человек, подпрыгнув, опускается на Землю, потому что Земля притягивает его.
- Земля притягивает к себе все тела: Луну, воду морей и океанов, дома, спутники и т. п.
- Благодаря силе тяжести облик нашей планеты непрерывно меняется.
- Сходят с гор лавины, движутся ледники, обрушиваются камнепады, выпадают дожди, текут реки с холмов на равнины, образуются водопады и т. д.
- Растения также «чувствуют» действие и направление силы тяжести, из-за чего главный корень всегда растет вниз, к центру земли, а стебель вверх.

- Земля и все остальные планеты, движущиеся вокруг Солнца, притягиваются к нему и друг к другу.
- Не только Земля притягивает к себе тела, но и эти тела притягивают к себе Землю.
- Притягивают друг друга и все тела на Земле.
- Например, притяжение со стороны Луны вызывает на Земле приливы и отливы воды, огромные массы которой поднимаются в океанах и морях дважды в сутки на высоту нескольких метров.

Поэтому **ВЗАИМНОЕ ПРИТЯЖЕНИЕ ВСЕХ ТЕЛ ВСЕЛЕННОЙ** НАЗЫВАЕТСЯ **ВСЕМИРНЫМ ТЯГОТЕНИЕМ**.



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Система Земля-Луна-Солнце сделанные во Flash.

Второй вариант

Проделаем такой опыт:

- мысленно опустимся на один из земных полюсов,
- а затем представим себе, что мы перенеслись на экватор.

Интересно, изменился ли наш вес?



- Вес любого тела определяется силой притяжения (силой тяжести). Она прямо пропорциональна массе планеты и обратно пропорциональна квадрату ее радиуса.
- Следовательно, если бы наша Земля была строго шарообразна, то вес каждого предмета при перемещении по ее поверхности оставался бы неизменным, но это не так.

Земля - не шар. Она сплюснута у полюсов и вытянута вдоль экватора.

Экваториальный радиус Земли длиннее полярного на 21 км.

$$F = G \frac{mM_3}{R^2}$$



- Выходит, что сила земного притяжения действует на экваторе как бы издалека.
- Вот почему вес одного и того же тела в разных местах Земли неодинаков.

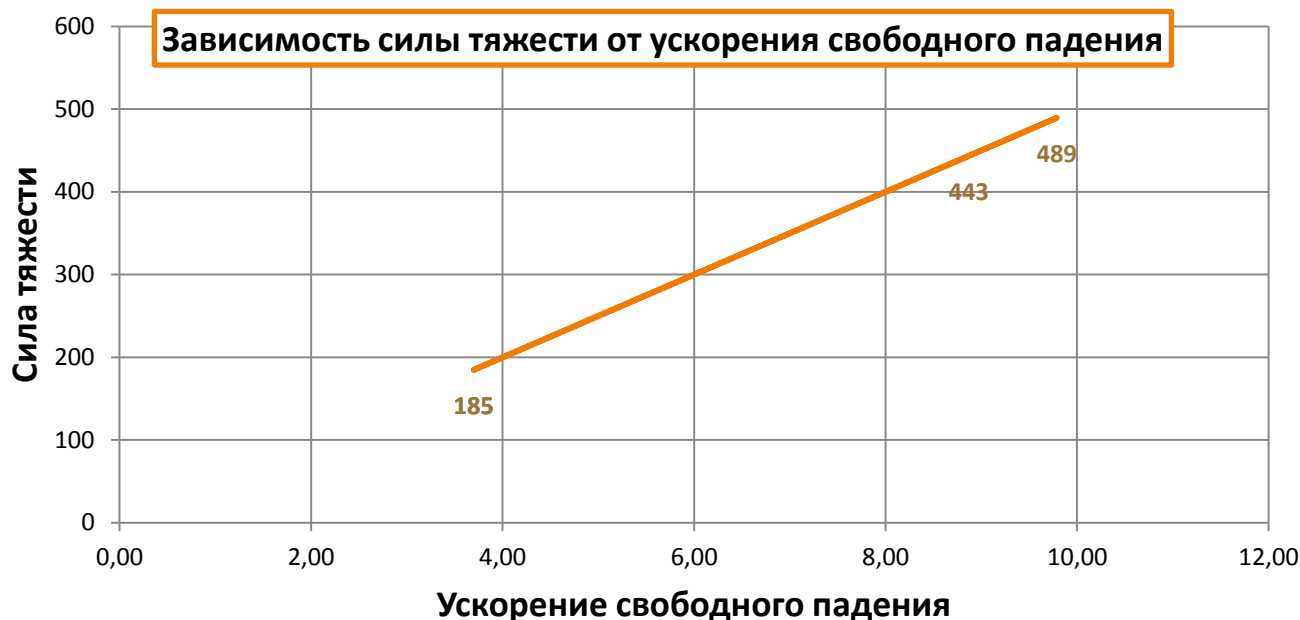
РАССУЖДЕНИЯ

- Из формулы видно, что значение силы тяжести увеличивается с увеличением массы тела. $F = mg$



- Из той же формулы видно, что значение силы тяжести увеличивается с увеличением ускорения свободного падения - g .

$$F = mg$$



Значит, делаем вывод: для тела неизменной массы значение силы тяжести меняется с изменением ускорения свободного падения. Рассчитаем его по формуле. $g = G \frac{m_{\text{планеты}}}{R_{\text{планеты}}}$

РАСЧЁТ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ НА ПОЛЮСЕ И ЭКВАТОРЕ

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{М}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$

Ускорение свободного падения на
полюсе

$$R = 6357 \text{ км} = 6357000 \text{ м}$$

$$M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} / 6357000^2$$

$$g = 9,854 \text{ м/с}^2$$

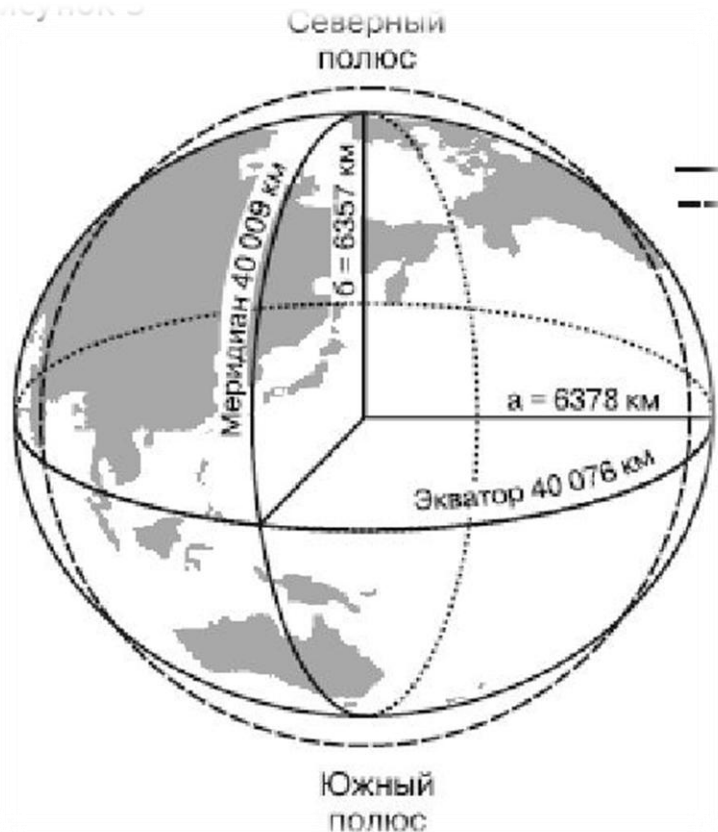
Ускорение свободного падения на
экваторе

$$R = 6378 \text{ км}$$

$$M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} / 6378000^2$$

$$g = 9,789 \text{ м/с}^2$$



РАСЧЁТ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ПОЛЮСЕ И ЭКВАТОРЕ

$$F = gm$$

- Тяжелее всего предметы должны быть на земных полюсах и легче всего - на экваторе. Обнаружить это изменение веса можно только с помощью пружинных весов. Рассчитаем силу тяжести

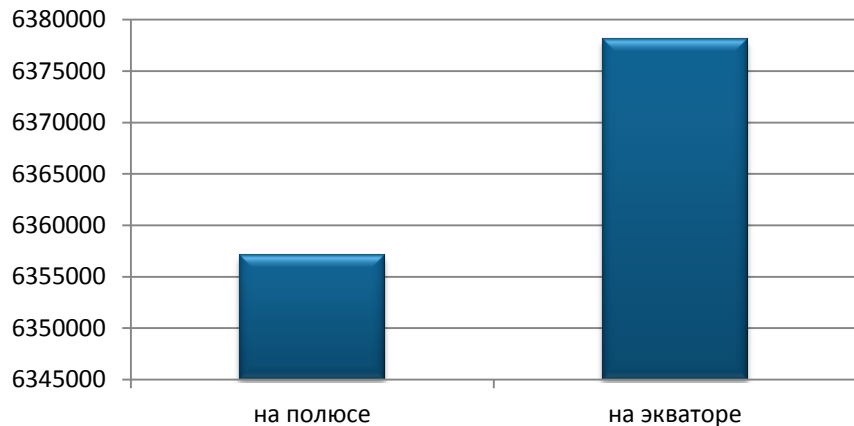
На полюсе: $F_{\text{тяж}} = m_{\text{тела}} * g_{\text{пол}} = 50 * 9,85 = 492,5 \text{ н}$

На экваторе: $F_{\text{тяж}} = m_{\text{тела}} * g_{\text{экв}} = 50 * 9,789 = 489,45 \text{ н}$

- Итак, вес взрослого человека, прибывшего с полярных широт на экватор, уменьшится примерно на 5Н, а масса тела - на 0,5 кг

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		R (м)	Mз (кг)	m тела (кг)	G	g	g	Гтяж (н)
2	на полюсе	6357000	5,97E-11	50	6,67E+24	9,853618463	9,85	493
3	на экваторе	6378000	5,97E-11	50	6,67E+24	9,788837865	9,79	490

R (м)

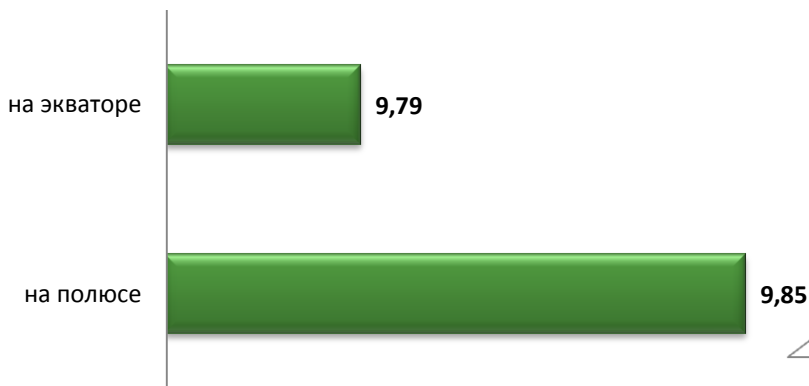


Расчёт силы тяжести в разных точках Земли с использованием электронных таблиц:

Расчёты

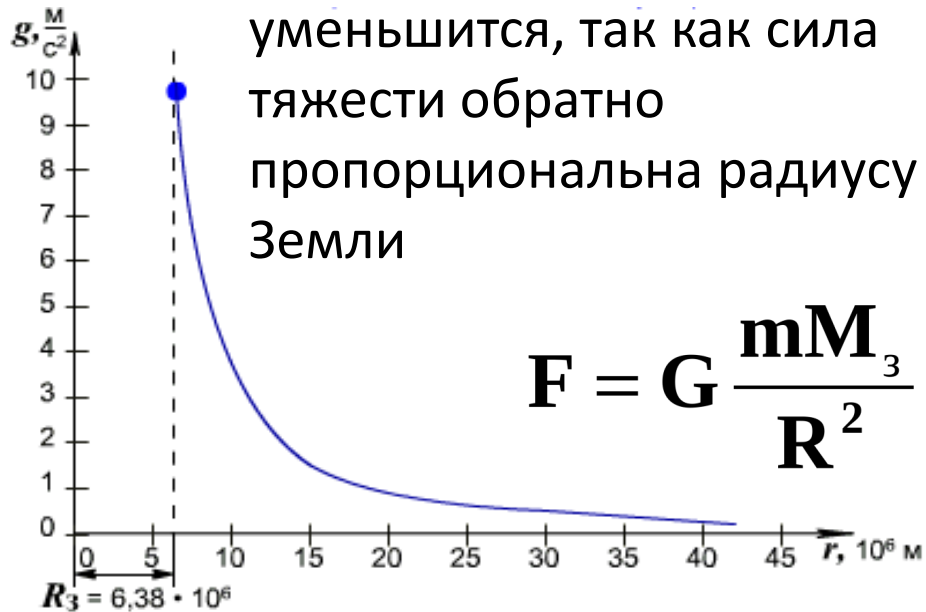
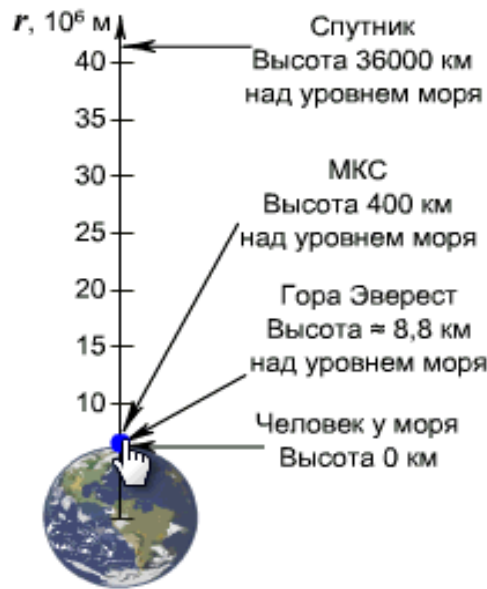
Сила тяжести

Ускорение свободного падения



ВЫВОДЫ ИЗ ПРОДЕЛАННЫХ РАСЧЁТОВ И РАССУЖДЕНИЙ

- Итак, в результате проведённых расчётов, выяснилось, что и вес тела, и сила тяжести в разных точках на Земле, для тела одной и той же массы, зависят только от радиуса Земли.
- А что произойдёт с силой тяжести, действующей на тело, если удалять это тело от поверхности Земли на какое-то расстояние?



Ответ: Из рисунка видно, что уменьшится, так как сила тяжести обратно пропорциональна радиусу Земли

$$F = G \frac{mM_3}{R^2}$$

ВТОРОЙ ПРОБЛЕМНЫЙ ВОПРОС

- Представим себе, что мы отправляемся в путешествие по Солнечной системе.
- Какова сила тяжести на других планетах?
- А как будет изменяться вес человека, путешествующего по планетам Солнечной системы?



КАКИЕ ПЛАНЕТЫ ОБРАЗУЮТ СОЛНЕЧНУЮ СИСТЕМУ? ЧЕМ ОНИ ОТЛИЧАЮТСЯ?

- Планеты издавна делились учеными на две группы. Первая – это планеты земного типа: Меркурий, Венера, Земля, Марс.
- Для них характерны относительно небольшие размеры, малое количество спутников и твердое состояние.
- Оставшиеся – Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун – планеты-гиганты, состоящие из газообразного водорода и гелия.
- Все они движутся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам, отклоняясь от заданной траектории, если рядом проходит планета-сосед.
- Совершим посадку на планеты земной группы.



Меркурий – первая планета от Солнца

Венера – вторая планета от Солнца

Земля - третья планета от Солнца

Марс – четвёртая планета от Солнца

[Меркурий](#)

[Венера](#)

[Земля](#)

[Марс](#)



РАСЧЁТ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ПЛАНЕТАХ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Сначала я рассчитала ускорение свободного падения на планетах земной группы, и выяснила, что оно зависит от массы планеты и её радиуса. $g = G \frac{M}{R^2}$

Затем определила силу тяжести по формуле: **$F = mg$**

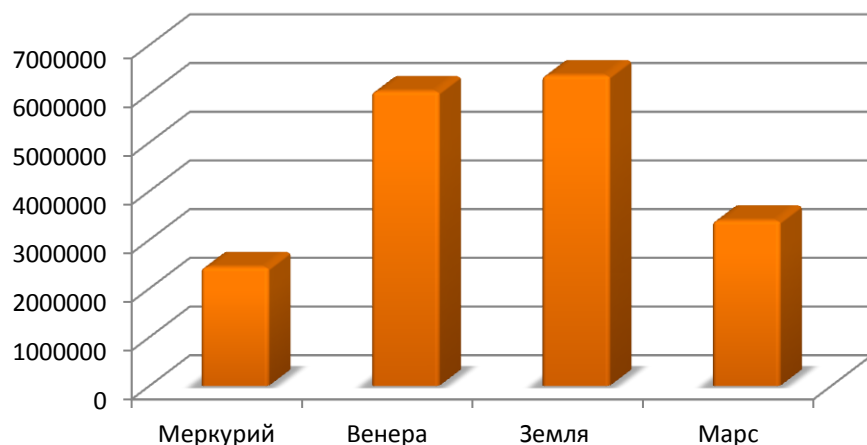
При этом я использовала различные программы.

Вначале - электронные таблицы, затем написала программу на АВС Паскале.

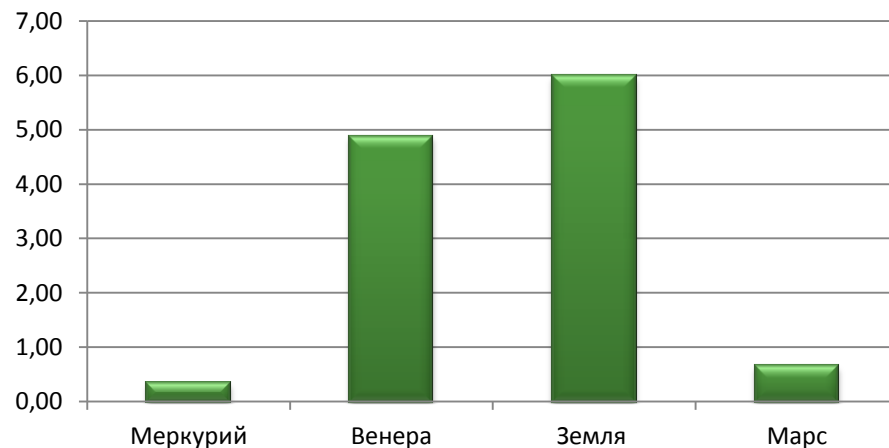
Когда я сравнивала полученные результаты, то оказалось, что они одинаковые. Рассмотрим их подробнее.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Радиус в м



Масса *10²⁴ в кг



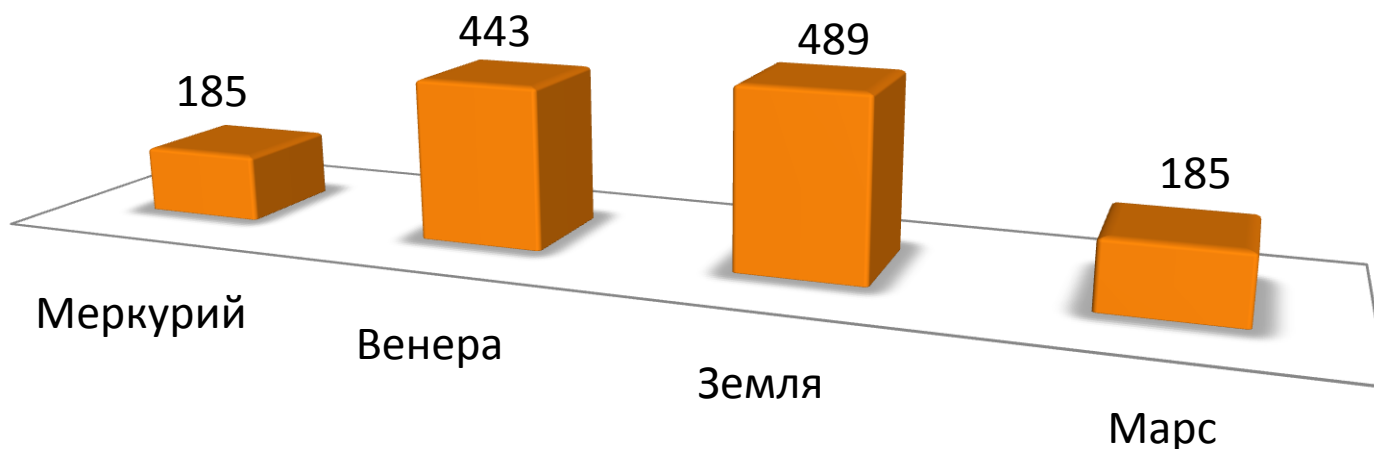
У всех планет земной группы массы и радиусы отличаются друг от друга, это видно на диаграммах.



1. РАСЧЁТ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ПЛАНЕТАХ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ В ПРОГРАММЕ EXCEL

Попробуем рассчитать силу тяжести на планетах земной группы, используя программу Excel

Сила тяжести - F в Ньютонах



Планеты земной
группы

Результаты расчётов для
сравнения



2. РАСЧЁТ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ПЛАНЕТАХ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

А теперь рассчитаем силу тяжести на планетах земной группы, используя программу ABC Паскаль? Здесь у меня две программы:

- Первая считает g и $F_{тяж}$ сразу для всех 4-х планет, это можно увидеть, запустив данную программу на выполнение;
- Вторая считает g и $F_{тяж}$ не сразу, а конкретно для той планеты, которую выберет пользователь. Проверим это, запустим данную программу на выполнение.

Программа для
расчёта простая

Исполняемый
файл простой

Программа для
расчёта с ветвлением

Исполняемый файл с
ветвлением



Результаты расчётов в обеих программах оказались одинаковыми, в чём можно убедиться на фото

```

I:\Проект Сила тяжести\Сила тяжести 4 планет.exe
Расчёт ускорения свободного падения
g на Меркурии g =4
g на Венере g =9
g На Земле g =10
g На Марсе g =4

На Паскале

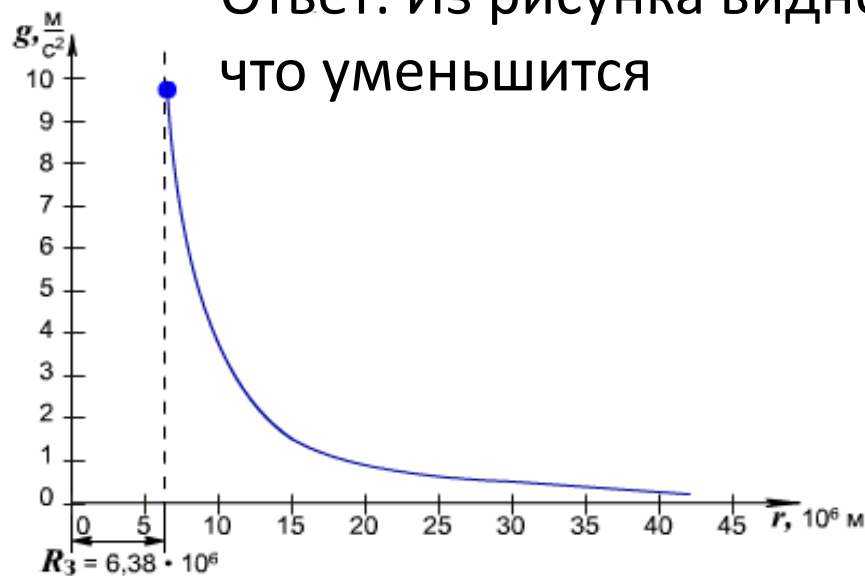
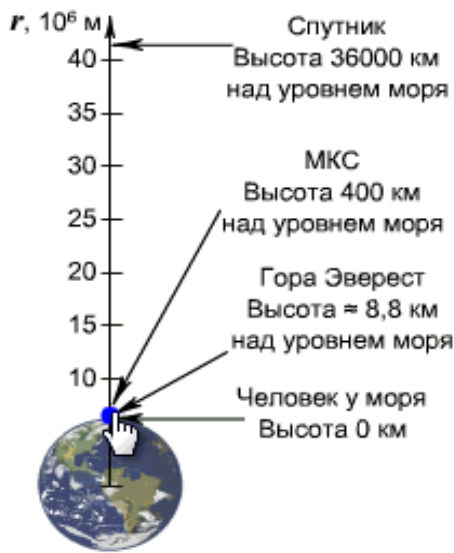
Расчёт силы тяжести
введи массу тела m=50
На Меркурии Fтяж =185
На Венере Fтяж =443
На Земле Fтяж =492
На Марсе Fтяж =185
  
```



A	B	C	D	E	F	G
Планета	Масса *10 ²⁴ в кг	Радиус в м	Ускорение - g в м/с ²	Сила тяжести - F в Ньютонах	m - тела в кг	G
Меркурий	0,33	2439700	3,70	185	50	6,67E-11
Венера	4,87	6051800	8,87	443	50	
Земля	5,97	6378140	9,79	489	50	
Марс	0,64	3397000	3,70	185	50	

ОБЩИЕ ВЫВООДЫ

- Итак, в результате проведённых расчётов, выяснилось, что и вес тела, и сила тяжести зависят от массы данного тела, от массы планеты, радиуса планеты. $F = G \frac{mM_3}{R^2}$
- А что произойдёт с силой тяжести, действующей на тело, если удалять это тело от любой планеты на какое-то расстояние? ➡



Ответ: Из рисунка видно, что уменьшится

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ



Если нам предстоит космическое путешествие по планетам Солнечной системе, то нужно быть готовым к тому, что наш вес будет меняться. Наглядно это изменение можно наблюдать на диаграммах.

На поверхности Венеры человек окажется почти на 10% легче, чем на Земле. Зато на Меркурии и на Марсе уменьшение веса произойдет в 2,6 раза.

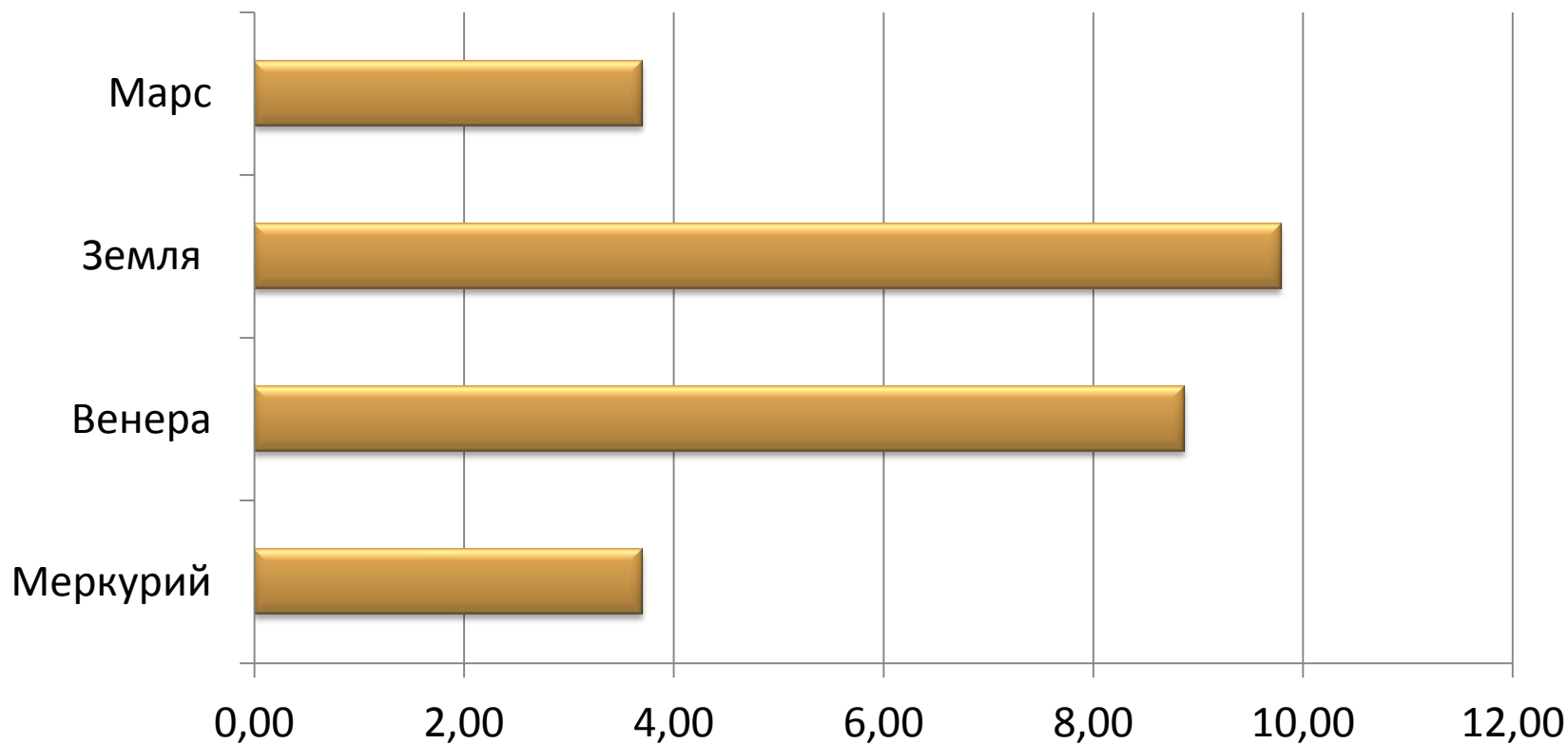
Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.

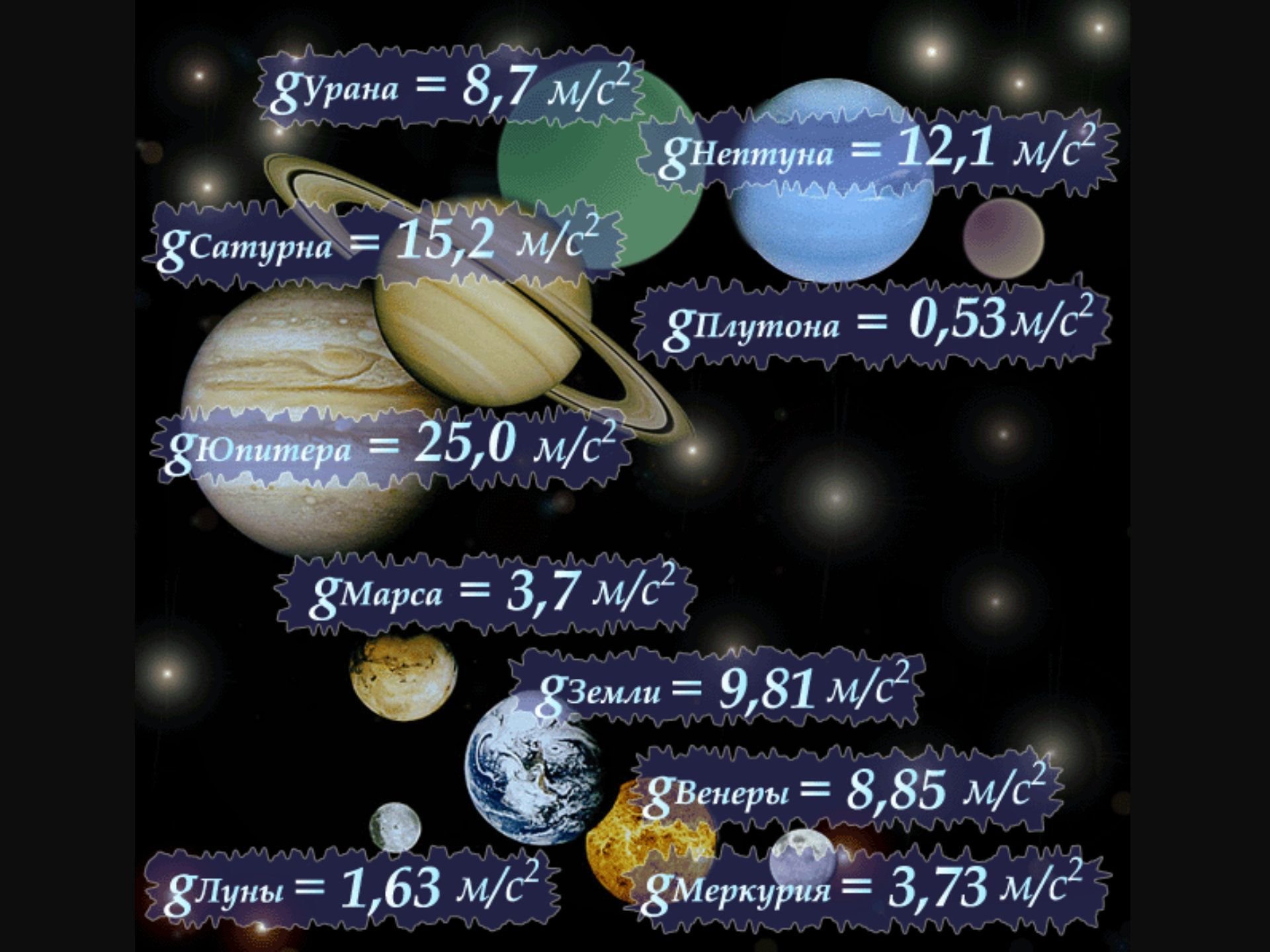
Сравнительные диаграммы **g** и **Гтяж** на всех планетах Солнечной системы можно посмотреть далее.



УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ НА ПЛАНЕТАХ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Ускорение - g в m/c^2





$g_{\text{Урана}} = 8,7 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Нептуна}} = 12,1 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Сатурна}} = 15,2 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Плутона}} = 0,53 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Юпитера}} = 25,0 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Марса}} = 3,7 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Земли}} = 9,81 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Венеры}} = 8,85 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Луны}} = 1,63 \text{ м/с}^2$

$g_{\text{Меркурия}} = 3,73 \text{ м/с}^2$

Сила тяжести на планетах Солнечной системы

