



**ЗАКОН
ВСЕМИРНОГО
ТЯГОТЕНИЯ.**

Цели урока

- Изучить закон всемирного тяготения;
- показать его практическую значимость;
- показать универсальный характер закона всемирного тяготения;
- шире раскрыть понятие взаимодействия тел;
- ознакомить учащихся с областью действия гравитационных сил.



Задачи урока

- ❑ Рассмотреть историю открытия закона;
- ❑ сформировать понятие гравитационных сил;
- ❑ добиться усвоения закона всемирного тяготения;
- ❑ познакомиться с опытным определением гравитационной постоянной;
- ❑ закрепить изученную тему при решении качественных и расчетных задач.

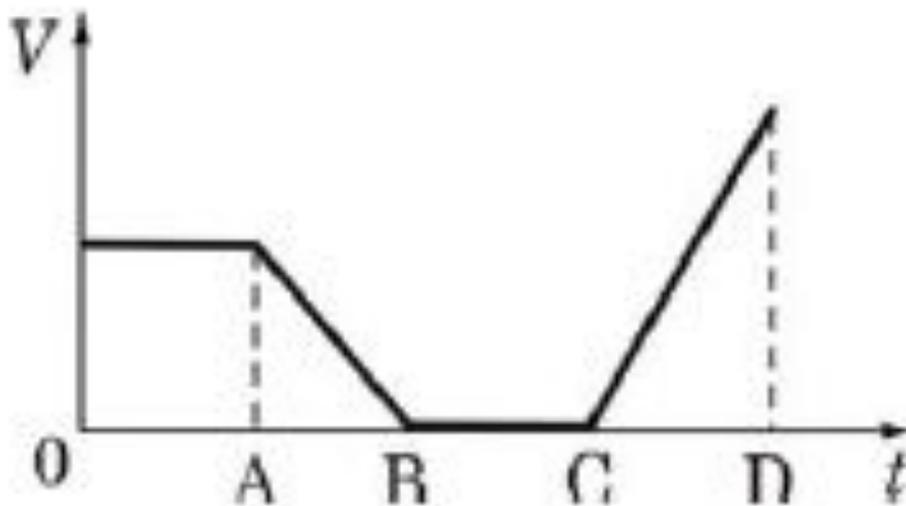


Домашнее задание

**§ 15, ответить на
вопросы,
№ 169, 170.**



1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости тела от времени для прямолинейно движущегося тела. Равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю



1. На участках AB и CB
2. На участках OA и BC
3. Только на участке BC
4. Только на участке OA

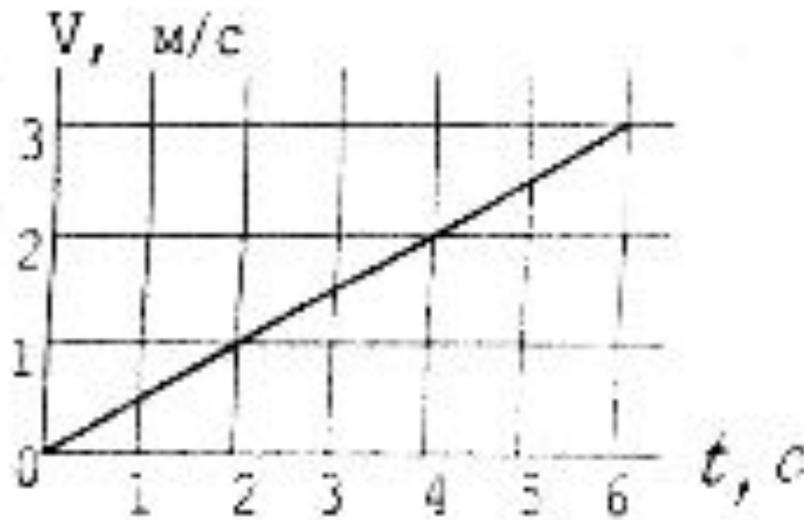


2. Через неподвижный блок перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам которой подвешены грузики равной массы m . Чему равна сила натяжения нити?

1. $0,25 mg$
2. $0,5 mg$
3. mg
4. $2 mg$



3. На рисунке показан график изменения скорости парусной лодки с течением времени. Масса лодки 200 кг. Какая сила действует на лодку в промежуток времени от 0 до 2 с?



1. 800 Н
2. 300 Н
3. 100 Н
4. 200 Н



4. На рис.А показаны направления скорости и ускорения тела в данный момент времени. Какая из стрелок (1-4) на рис.Б соответствует направлению результирующей всех сил, действующих на тело.

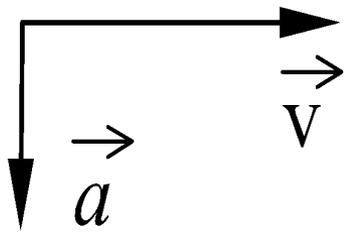


Рис.А

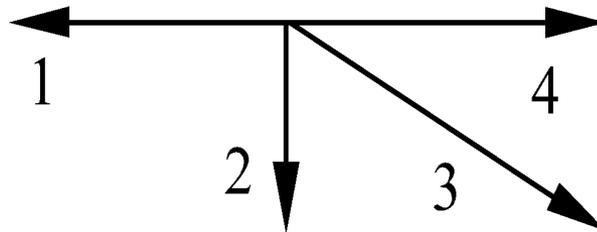


Рис.Б

- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3
- 4. 4



5. Под действием равнодействующей силы, равной 5 Н, тело массой 10 кг движется

1. равномерно со скоростью 2 м/с
2. равномерно со скоростью 0,5 м/с
3. равноускоренно с ускорением 2 м/с²
4. равноускоренно с ускорением 0 м/с²



6. Парашютист спускается вертикально с постоянной скоростью 2 м/с. Систему отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной. В этом случае

- 1. вес парашютиста равен нулю**
- 2. сила тяжести, действующая на парашютиста, равна нулю**
- 3. сумма всех сил, приложенных к парашютисту, равна нулю**
- 4. сумма всех сил, действующих на парашютиста, постоянна и не равна нулю**



7. Полосовой магнит массой m поднесли к массивной стальной плите массой M . Сравните силу действия магнита на плиту F_1 с силой действия плиты на магнит F_2 .

1. $F_1 = F_2$

2. $F_1 > F_2$

3. $F_1 < F_2$

4. $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m}{M}$



8 . Самолет летит по прямой с постоянной скоростью на высоте 9 000 м. Систему отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной. Какое из следующих утверждений о силах, действующих на самолёт в этом случае, верно?

- 1 На самолет не действует сила тяжести.**
- 2. Сумма всех сил, действующих на самолет, равна нулю.**
- 3. На самолет не действуют никакие силы.**
- 4. Сила тяжести равна силе Архимеда, действующей на**



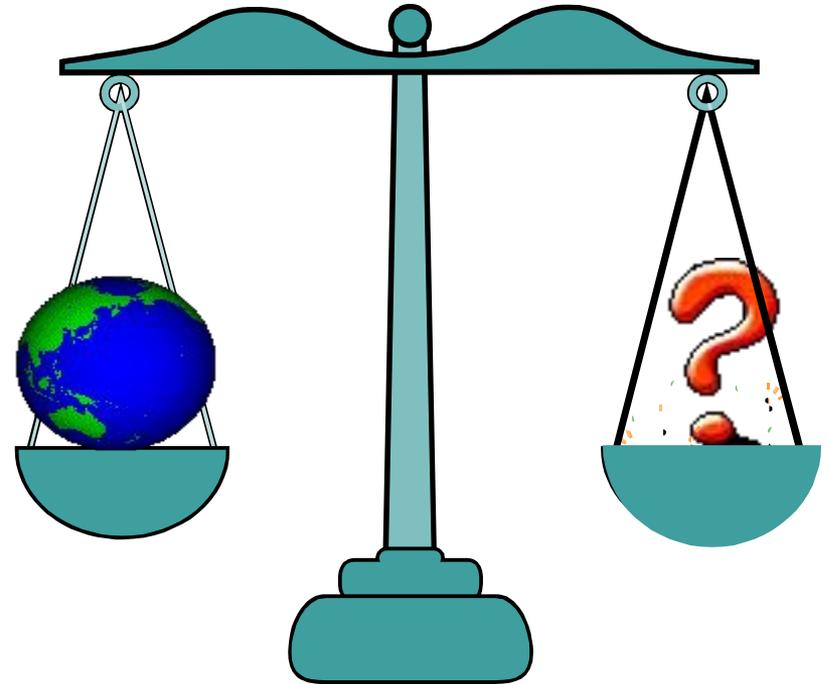
ВСПОМНИМ

- 1. Что называется свободным падением?**
- 2. Что такое ускорение свободного падения?**
- 3. Почему в воздухе кусочек ваты падает с меньшим ускорением, чем железный шарик?**
- 4. Кто первым пришел к выводу о том, что свободное падение является равноускоренным движением?**
- 5. Действует ли сила тяжести на подброшенное вверх тело во время его подъема.**
- 6. А почему все тела падают на Землю?**



Проблема:

Как определить
массу Земли?



Как был открыт закон всемирного тяготения.

Из истории физики...



• Датский астроном Тихо Браге (1546-1601), долгие годы наблюдавший за движением планет, накопил огромное количество интересных данных, но не сумел их обработать.

•

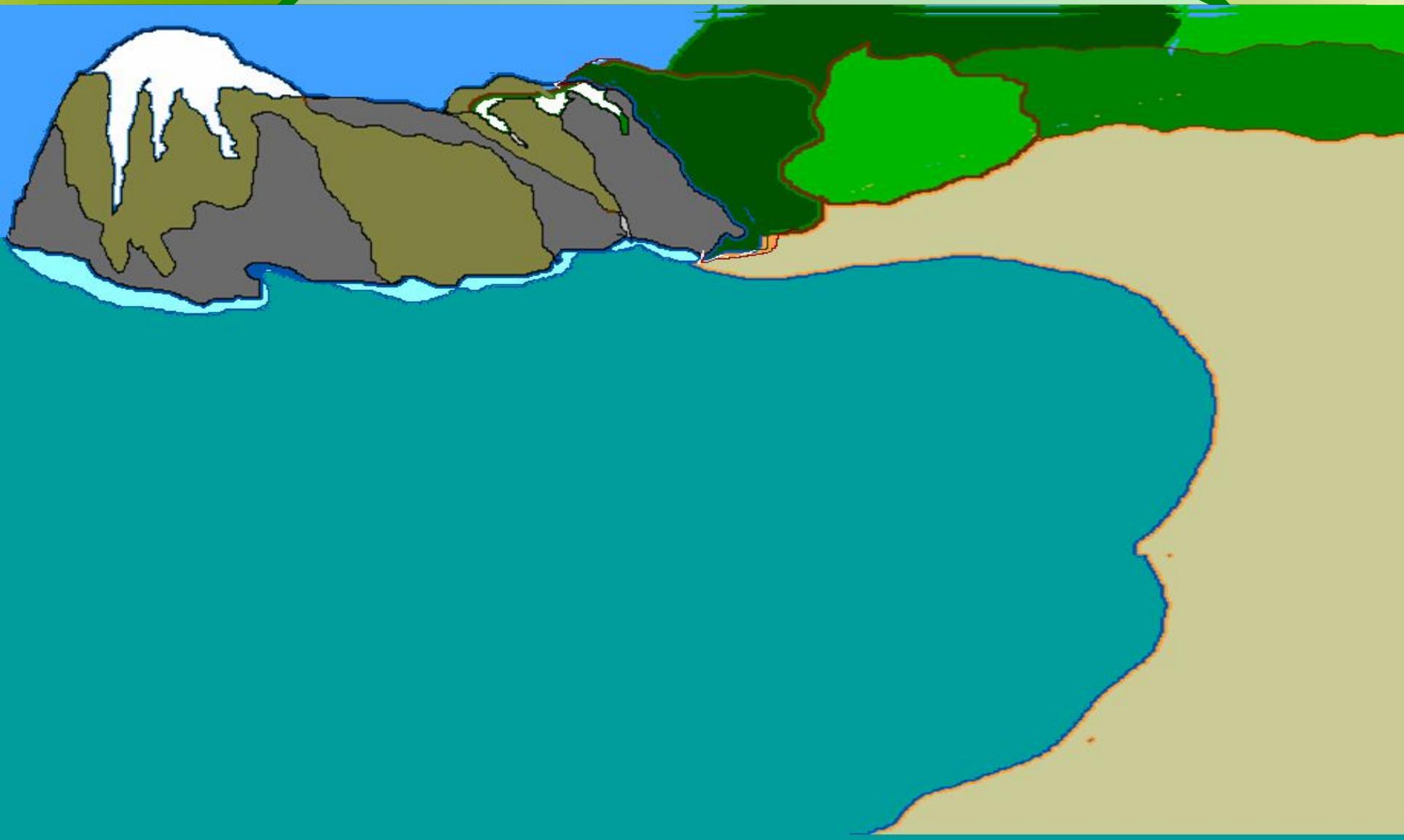
Иоганн Кеплер (1571-1630) используя идею Коперника о гелиоцентрической системе и результаты наблюдений Тихо Браге, установил законы движения планет вокруг Солнца, однако и он не смог объяснить динамику этого движения.

•

Исаак Ньютон открыл этот закон в возрасте 23 лет, но целых 9 лет не публиковал его, так как имевшиеся тогда неверные данные о расстоянии между Землей и Луной не подтверждали его идею. Лишь в 1667 году, после уточнения этого расстояния, закон всемирного тяготения был наконец отдан в печать.



Примеры проявления:



Как всё произошло?

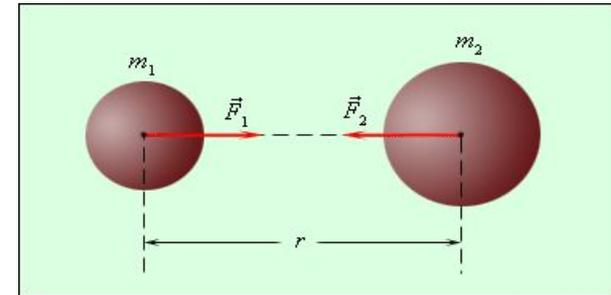
Был летний день. Исаак Ньютон любил размышлять, сидя в саду.

Предание сообщает, что размышления Ньютона были прерваны падением налившегося яблока. Без обдумывания, без предварительных логических рассуждений в мозгу его блеснула мысль, что падение яблока и движение планет по своим орбитам, движение Луны вокруг Земли, приливы и отливы должны подчиняться одному и тому же универсальному закону. Он тут же сформулировал гипотезу о законе всемирного тяготения.



Рассуждения Ньютона

- По 2 закону Ньютона $F=ma$, $F \sim m$
- По 3 закону Ньютона $F_1 = F_2$
- Следовательно $F \sim m_1 m_2$



- Сравнил расстояние от Земли до Луны
- Луны $\frac{r_{З-Л}}{R_{ЗМ}} = \frac{384000 \text{ км}}{6400} = 60 \text{ раз}$

- Сравнил ускорение свободного падения на Земле с центростремительным ускорением Луны


$$\frac{g}{a_{л}} = \frac{9,8 \frac{M}{c^2}}{0,0027 \frac{M}{c^2}} = 3600 \text{ раз}$$

$$F \sim \frac{1}{r^2}$$

Закон всемирного тяготения

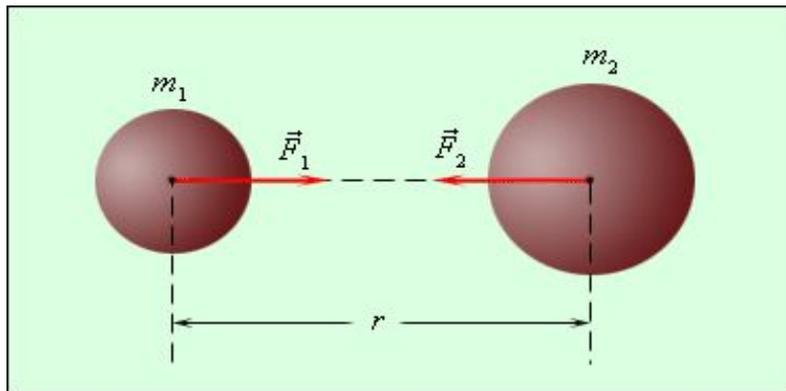
Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

G – гравитационная постоянная

m_1 – масса одного тела

m_2 – масса другого тела

r – расстояние между ними



$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$



Запомни, что ...

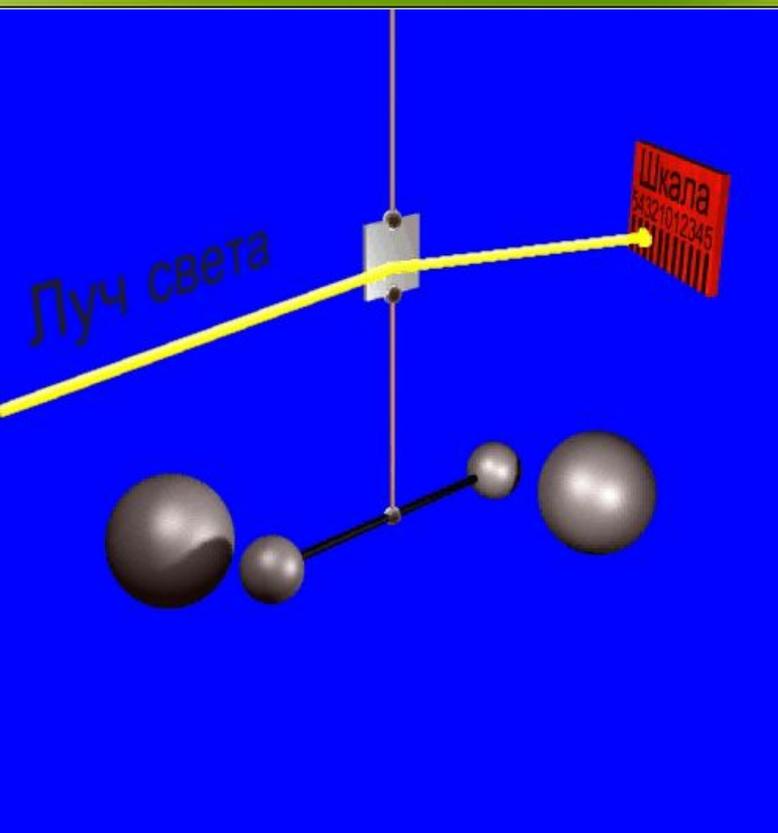
Каждое тело массой M создает вокруг себя поле, которое называют гравитационным.

Гравитационное взаимодействие – это взаимодействие, свойственное всем телам Вселенной и проявляющееся в их взаимном притяжении друг к другу.

Гравитационное поле – особый вид материи, осуществляющее гравитационное взаимодействие.



Эксперимент Кавендиша



- Английский физик Генри Кавендиш определил, насколько велика сила притяжения между двумя объектами. В результате была достаточно точно определена гравитационная постоянная, что позволило Кавендишу впервые определить и массу Земли.



$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$



$$G = \frac{Fr^2}{m_1 m_2}$$

Гравитационная постоянная

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

Физический смысл гравитационной постоянной:

Гравитационная постоянная численно равна силе, с которой притягиваются две частицы с массой по 1 килограмму каждая, находящиеся на расстоянии 1 метр друг от друга.

$$G = \frac{Fr^2}{m_1 m_2}$$



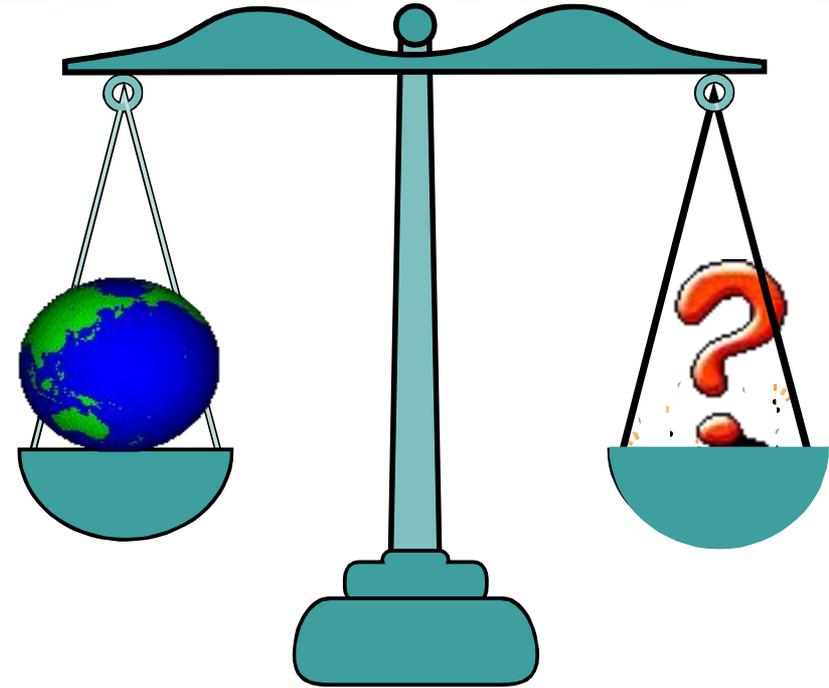
Проблема:

Можно ли найти
массу Земли?

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

↓

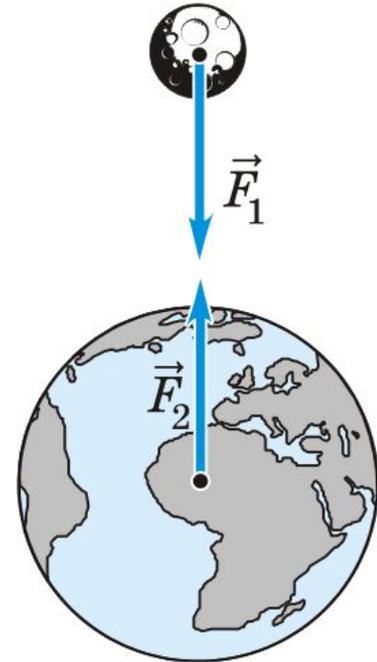
$$M = \frac{gR^2}{G} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$



Действие сил:

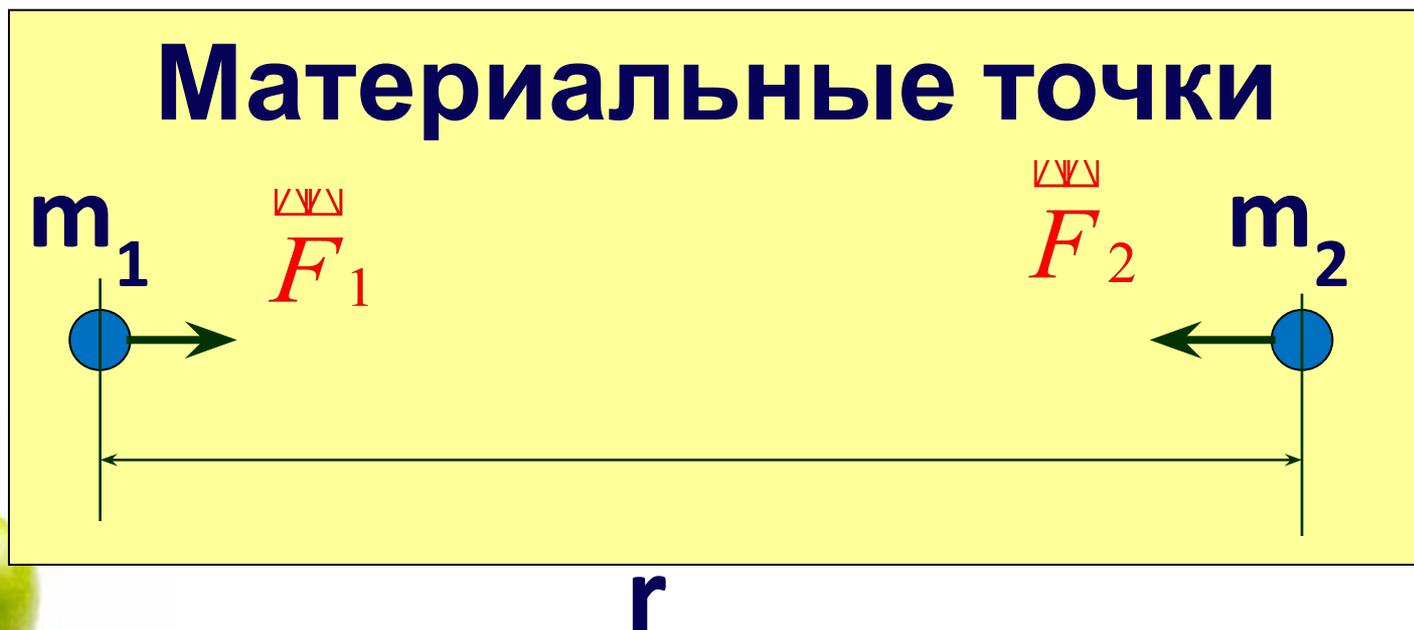
Силы тяготения или гравитационные силы, действующие между двумя телами:

- 1.дальнодействующие;
- для них не существует преград;
- 2. направлены вдоль прямой, соединяющей центры тел;
- 3.равны по величине;
- противоположны по направлению.



УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ ЗАКОНА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

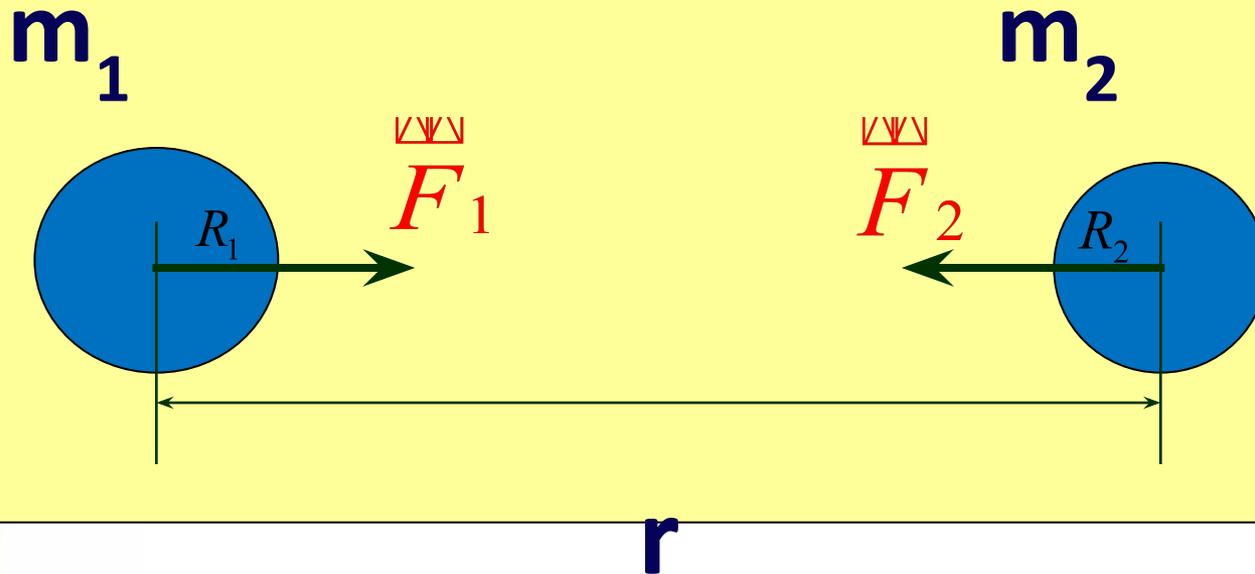
1. Если размеры тел много меньше, чем расстояния между ними;



УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ ЗАКОНА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

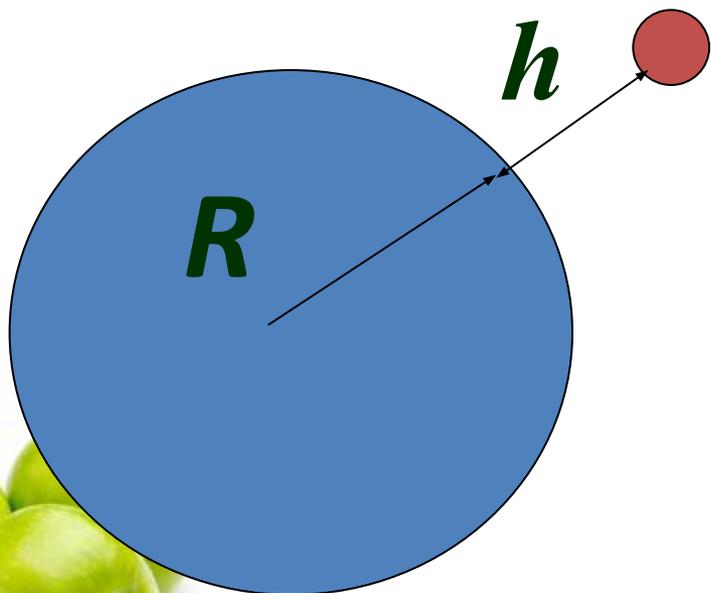
2. Если оба тела шары и они однородны;

Однородные шары



УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ ЗАКОНА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

**3. Если одно тело большой шар , а
другое находится вблизи него на
расстоянии h**

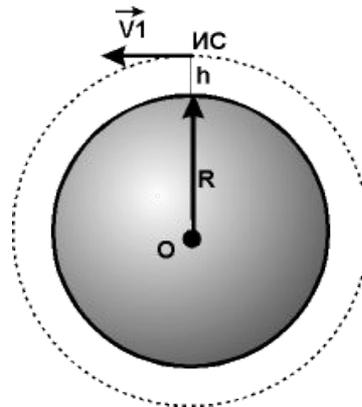
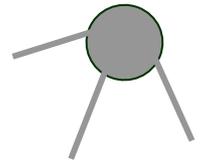


$$F = G \frac{m_1 m_2}{(R + h)^2}$$



Применение

- Ярчайшим примером применения закона всемирного тяготения является запуск искусственного спутника Земли.
- Спутник все время находится на равном расстоянии над поверхностью Земли.
- Земля притягивает одинаково на всех направлениях.



Применение



- В астрономии закон всемирного тяготения является фундаментальным, на основе которого вычисляются параметры движения космических объектов, определяются их массы.
- Предсказываются наступления приливов и отливов морей и океанов.
- Определяются траектории полета снарядов и ракет, разведываются залежи тяжелых руд.
- Одно из проявлений всемирного тяготения – действие силы тяжести.

$$F_T = m g$$



Знаете ли вы, что?

Притяжение **электрона к протону** в атоме водорода - **0, 000 000 000 02 Н.**

$$F=2 \cdot 10^{-11} \text{ Н}$$

Тяготение между **Землей** и **Луной** –
200 000 000 000 000 000 000 000 Н

$$F=2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$$

Тяготение между **Солнцем** и **Землей** –
35 700 000 000 000 000 000 000 000 Н.

$$F=3,57 \cdot 10^{22} \text{ Н}$$



Сила тяготения зависит от массы тел и расстояния между центрами этих тел.

- Два тела массами по 1 тонне, находясь на расстоянии 1 метр друг от друга, притягиваются с силой 0,0000667 Н.

$$F = 6,67 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

- Два человека массами по 60 кг, притягиваются с силой 30 нН.

$$F = 3 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$$



Открытие «на кончике пера»

- **В 1781 году Гершель открыл планету Уран.**
- **23 сентября 1846 года Джон Адамс и Урбан Леверье открыли новую планету Нептун, используя закон Всемирного тяготения.**
- **В 1930 году американский астроном Томбо открыл последнюю планету солнечной системы – Плутон.**



Вращение планет вокруг Солнца



Ответьте на вопросы

- **1. Почему мы замечаем силу притяжения всех тел к Земле, но не замечаем взаимного притяжения между самими этими телами?**
- 2. Притягивает ли Землю стоящий на ее поверхности человек? Летящий самолет? Космонавт, находящийся на орбитальной станции?**
- 3. Почему предметы, находящиеся в комнате, несмотря на их взаимное притяжение, не приближаются друг к другу?**
- 4. Действует ли на вас сила притяжения к Солнцу?**



Ответьте на вопросы

Что нужно сделать, чтобы увеличить силу тяготения между двумя телами?

Как изменится сила гравитационного взаимодействия, если массы взаимодействующих тел увеличить в 2 раза каждое?

Как изменится сила гравитационного взаимодействия, если расстояние между телами увеличить в 3 раза?

- Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $3m$, масса другого $m/3$, а расстояние между их центрами $3r$?



Домашнее задание

**§ 15, ответить на
вопросы,
№ 169, 170.**



Спасибо за урок!



Тестирование



- **1. Известно, что масса Луны примерно в 81 раз меньше массы Земли. Сила с которой Земля притягивает Луну равна $2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$ а сила с которой Луна притягивает Землю**
 - ***а) равна $2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$*** ***в) меньше в 9 раз***
 - ***б) равна $81 \cdot 10^{20} \text{ Н}$*** ***г) меньше в 81 раз***

2. Комета находилась на расстоянии 100 млн. км от Солнца При удалении кометы от Солнца на расстояние 200 млн. км сила притяжения, действующая на комету

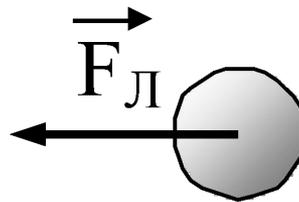
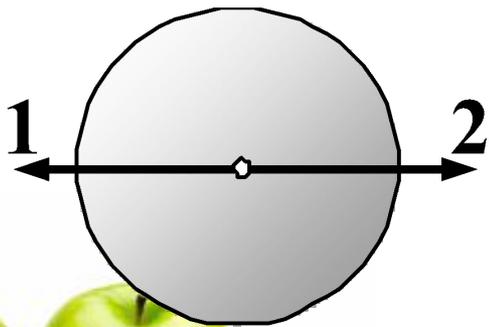
- ***а) уменьшилась в 2 раза*** ***в) уменьшилась в 8 раз***
- ***б) уменьшилась в 4 раза*** ***г) не изменилась***



Тестирование



3. На рисунке приведены условные изображения Земли и Луны, а также вектор \vec{F}_L силы притяжения Луны Землей. Известно, что масса Земли примерно в 81 раз больше массы Луны. Вдоль какой стрелки (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны Луны?



- а) вдоль 1, равна F_L б) вдоль 2, равна F_L
в) вдоль 1, равна $81F_L$
г) вдоль 2, равна



Тестирование



- **4. Как изменится сила притяжения между телами с увеличением расстояния между ними в 2 раза?**
 - а). Увеличится в 2 раза в) Уменьшится в 2 раза
 - б). Уменьшится в 4 раза г) увеличится в 4 раза
- **5. Как изменится сила притяжения между телами с увеличением массы каждого из тел в 3 раза?**
 - а). Увеличится в 3 раза в) Уменьшится в 9 раза
 - б). Уменьшится в 3 раза г) увеличится в 9 раза



Тестирование



6. Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $3m$, масса другого $m/3$, а расстояние между их центрами $3r$?

а) $F/3$

в) $3F$

б) $F/9$

г) $9F$

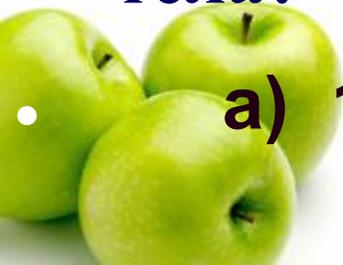
7. Два тела равной массы по 1 кг взаимодействуют с силой $6,67 \cdot 10^{-11}$ Н. На каком расстоянии находятся тела?

а) 1 м

б) 10 м

в) 100 м

г) 1 км



Критерий оценок

- **«2» - менее 4 заданий**
- **«3» - 4 – 5 заданий**
- **«4» - 6 заданий**
- **«5» - 7 заданий**



Спасибо за урок!

