

ЗАКОН

ВСЕМИРНОГО

ТЯГОТЕНИЯ

Из истории открытия закона всемирного тяготения...



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.

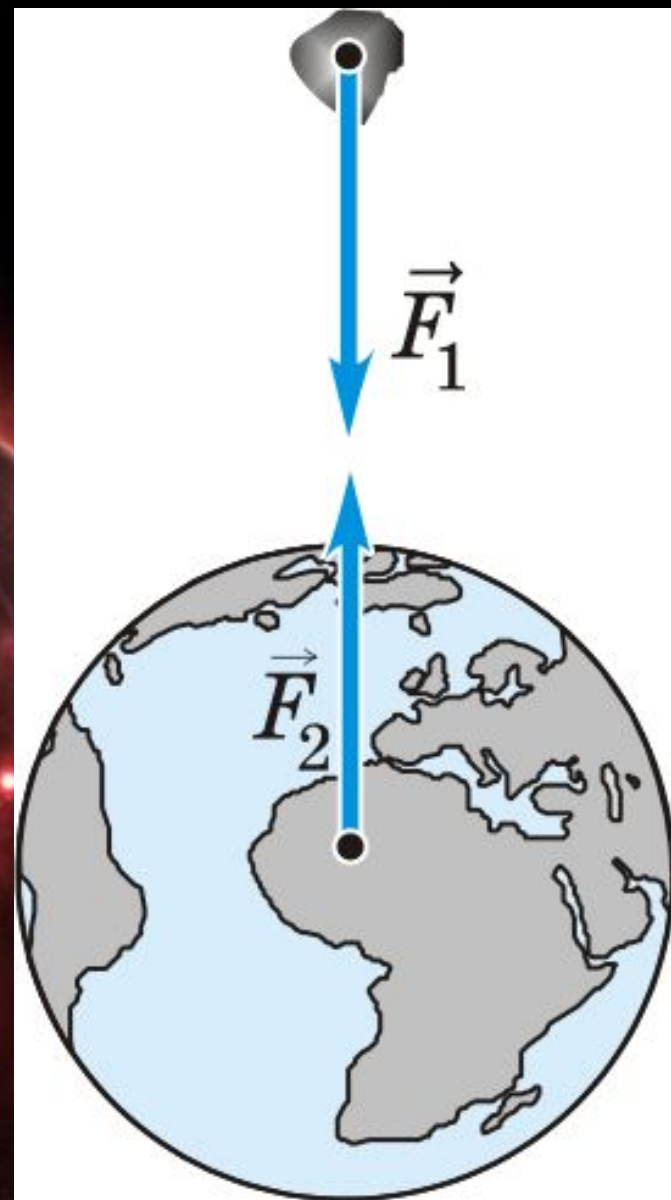


Исаак Ньютон открыл этот закон в возрасте 23 лет, но целых 9 лет не публиковал его, так как имевшиеся тогда неверные данные о расстоянии между Землей и Луной не подтверждали его идею. Лишь в 1667 году, после уточнения этого расстояния, *закон всемирного тяготения* был наконец отдан в печать.

Одним из первых учёных, кто понял, что не только Солнце притягивает к себе планеты, но и планеты притягивают к себе Солнце, был английский учёный Роберт Гук.

Он писал:

«Все небесные тела имеют притяжение, или силу тяготения к своему центру, вследствие чего они не только притягивают собственные части и препятствуют им разлетаться, как наблюдаем на Земле, но притягивают также все другие небесные тела, находящиеся в сфере их действия».



Как был открыт закон всемирного тяготения.



Ньютон предположил, что ряд явлений, казалось бы не имеющих ничего общего (падение тел на Землю, обращение планет вокруг Солнца, движение Луны вокруг Земли, приливы и отливы и т. д.), вызваны одной причиной.

Окинув единым мысленным взором «земное» и «небесное», Ньютон предположил, что существует единый закон всемирного тяготения, которому подвластны все тела во Вселенной — от яблок до планет!

Запомни, что ...

**Всемирное тяготение – взаимное
притяжение между всеми телами Вселенной**

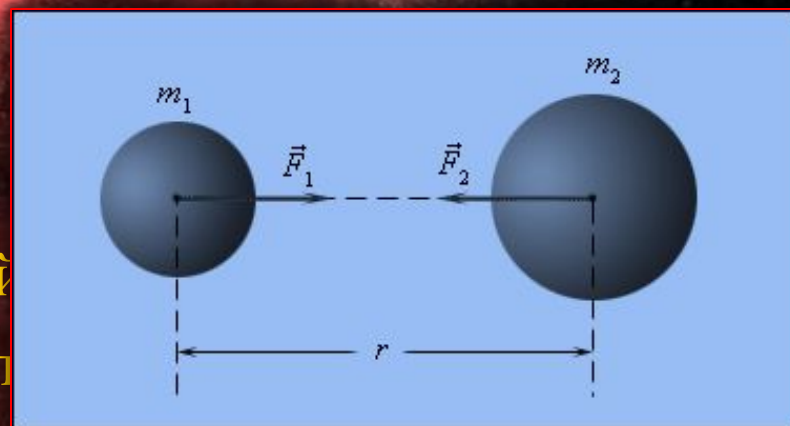
**Гравитационные силы – силы
всемирного тяготения.**

**Гравитационное поле – особый вид
материи, осуществляющий гравитационное
взаимодействие.**

В 1687 г. Ньютон установил один из
фундаментальных законов механики, получивший
название закона всемирного тяготения:

Два любых тела притягиваются друг к другу с силой, модуль которой прямо пропорционален произведению их масс и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними,

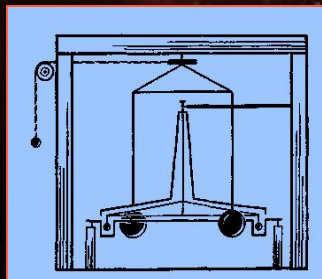
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



где $\underline{m}_1$ и $\underline{m}_2$ – массы взаимодействующих тел, $\underline{G}$ – коэффициент пропорциональности, одинаковый для всех тел в природе и называемый постоянной всемирного тяготения или гравитационной постоянной.

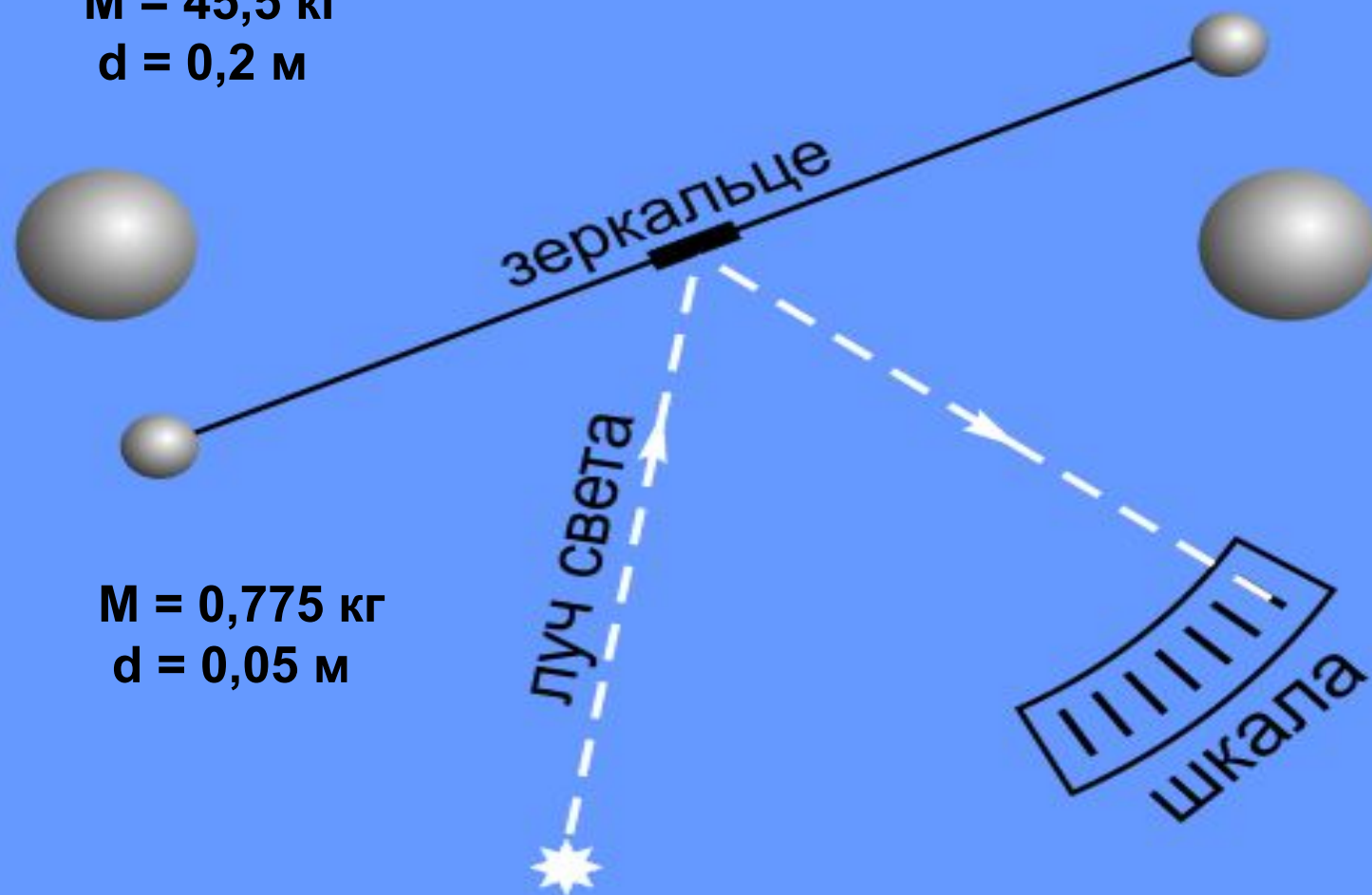
Эксперимент Генри Кавендиша определение значения гравитационной постоянной

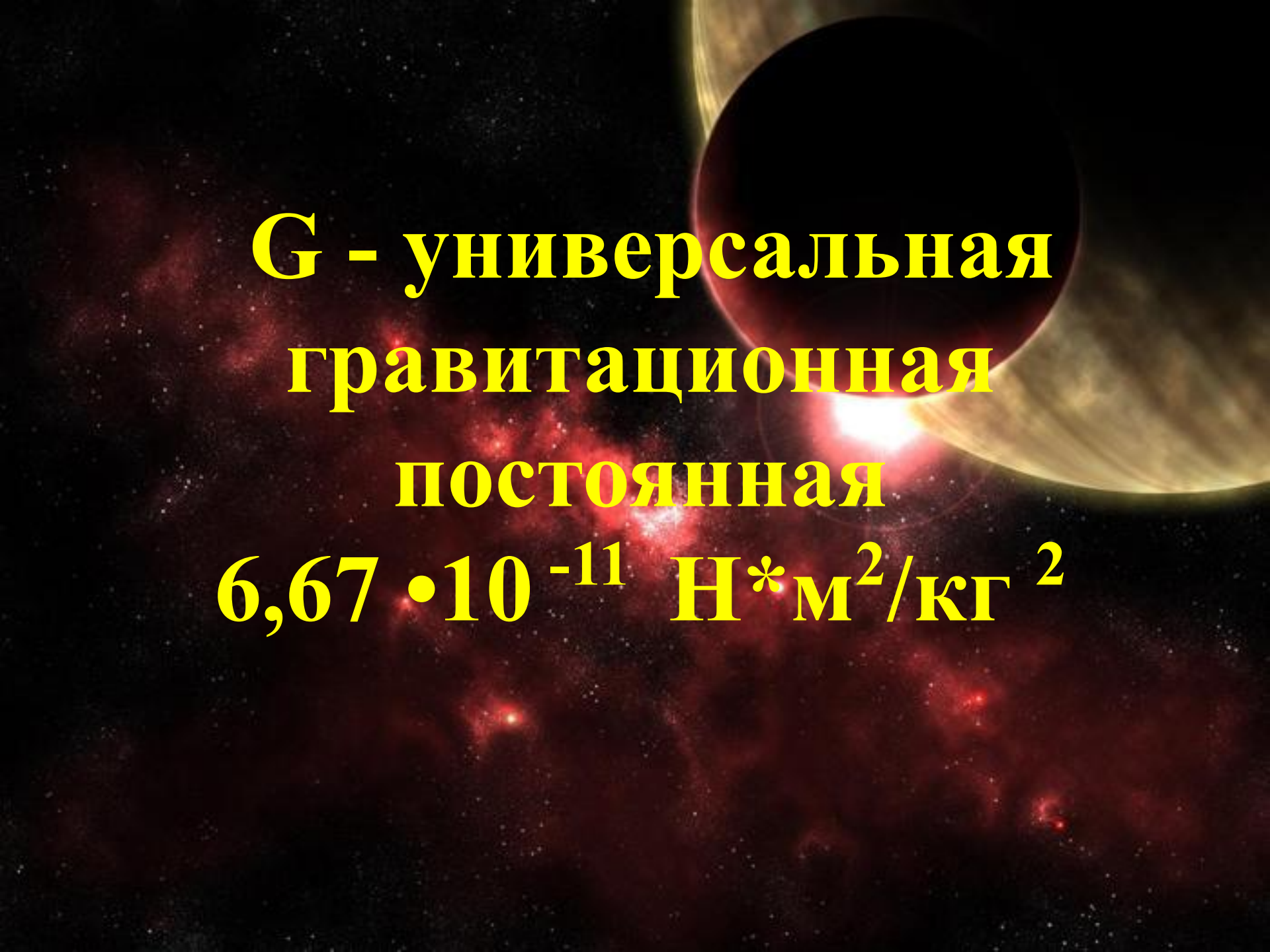
В 1788 году английский физик Генри Кавендиш определил, насколько велика сила притяжения между двумя объектами. В результате была достаточно точно определена гравитационная постоянная, что позволило Кавендишу впервые определить и массу Земли.



$M = 45,5 \text{ кг}$
 $d = 0,2 \text{ м}$

$M = 0,775 \text{ кг}$
 $d = 0,05 \text{ м}$



The background of the slide is a deep space image. It features a large, dark planet with a thin, glowing ring system, similar to Saturn, positioned in the upper right. A bright, white star is partially obscured by the planet's ring, creating a lens flare effect. The background is filled with a dense field of distant stars and nebulae, with a prominent reddish-pink nebula visible in the lower half.

**G - универсальная
гравитационная
постоянная**
 $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$

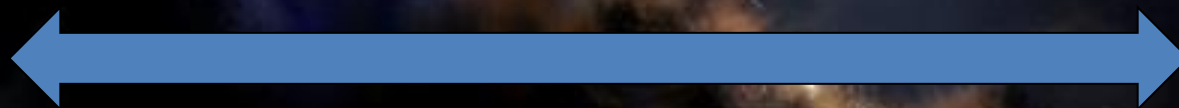
*Удивительный и странный
По устройству мир земной!
Во всемирной постоянной
Смысл содержится простой:
Притяжения здесь сила
Для двух тел отражена,
Килограмм у каждой было,
Между ними метр длина.*

Е. Ефимовский

Физический смысл гравитационной постоянной

Гравитационная постоянная численно равна силе притяжения двух тел, массой 1 кг каждое, находящихся на расстоянии 1 м друг от друга.

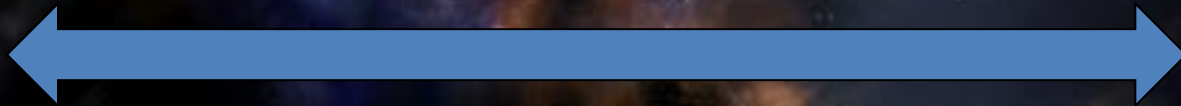
$F = 0,24 \text{ MKH}$



1 метр

20

$F = 10 \quad H$



380 000 KM

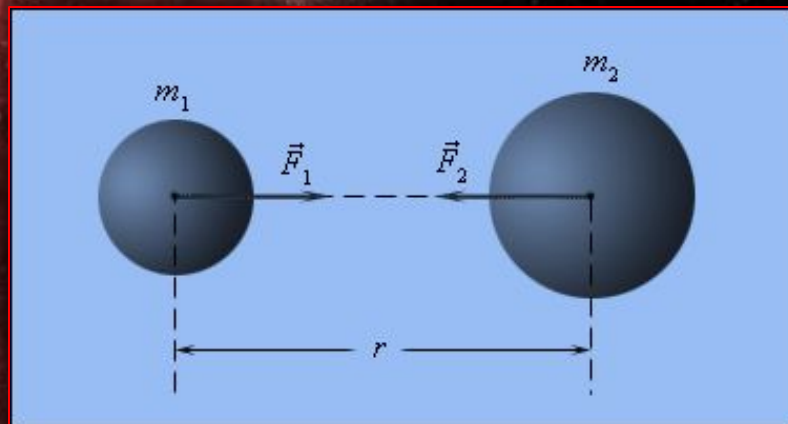
Границы применимости закона

Закон всемирного тяготения имеет определенные границы применимости; он применим, если :

- 1) взаимодействующие тела – материальные точки;
- 2) тела имеют форму шара;
- 3) одно из тел - шар большого радиуса, взаимодействующий с телом, размер которого много меньше размеров шара.

Закон неприменим, например, для взаимодействия бесконечного стержня и шара.

Сила тяготения становится заметной только тогда, когда хотя бы одно из взаимодействующих тел имеет очень большую массу (планета, звезда).



Механизм гравитационного взаимодействия

В настоящее время механизм гравитационного взаимодействия представляется следующим образом.

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

Если в некоторую точку этого поля поместить пробное тело массой m , то гравитационное поле действует на данное тело с силой F , зависящей от свойств поля в этой точке и от величины массы пробного тела.

Гравитационное поле

СУЩЕСТВУЕТ
ВОКРУГ
ЛЮБОГО ТЕЛА

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ
ПРИТЯЖЕНИЕ
МЕЖДУ ТЕЛАМИ

СВОЙСТВА

ВСЕПРОНИКАЮЩ
АЯ
СПОСОБНОСТЬ

ХАРАКТЕРИЗУЕТС
Я

ГРАВИТАЦИОННЫ
М
ЗАРЯДОМ -
МАССОЙ

ПОДУМАЙ И ОТВЕТЬ...



A cosmic background featuring a large, glowing blue and white planet in the center, surrounded by smaller celestial bodies and vibrant orange and yellow nebulae. The overall scene is set against a dark, star-filled space.

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

Значение закона всемирного тяготения:

- Объясняет движение планет
- Объясняет морские приливы и отливы
- Позволил открыть новые планеты – Нептун и Плутон
- Можно предсказывать солнечные и лунные затмения
- Можно объяснить строение Солнечной системы

Подумай и ответь.

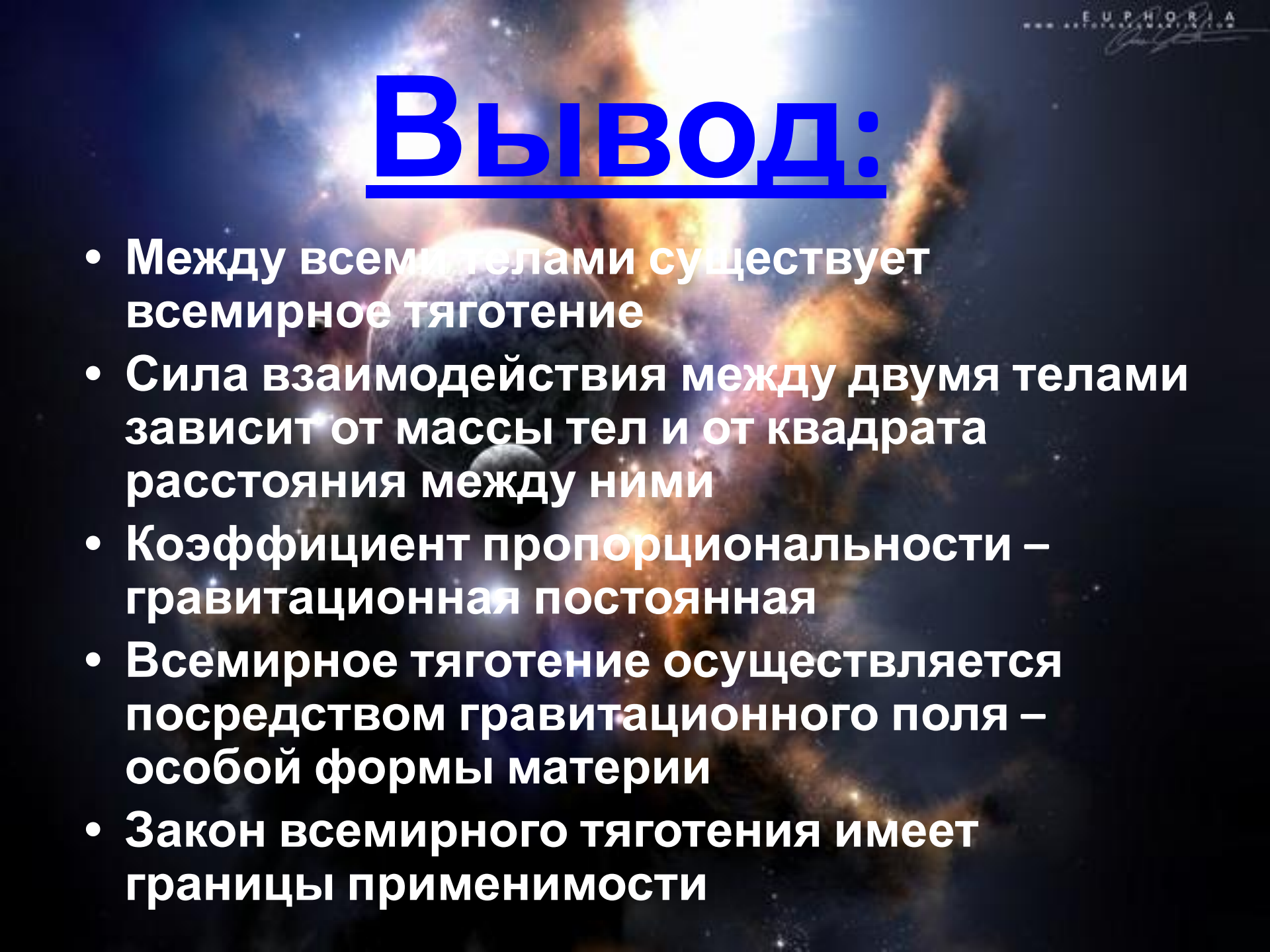
1. Почему Луна не падает на Землю?
2. Почему мы замечаем силу притяжения всех тел к Земле, но не замечаем взаимного притяжения между самими этими телами?
3. Как двигались бы планеты, если бы сила притяжения Солнца внезапно исчезла?
4. Как двигалась бы Луна, если бы она остановилась на орбите?
5. Притягивает ли Землю стоящий на ее поверхности человек? Летящий самолет? Космонавт, находящийся на орбитальной станции?

Подумай и ответь.

1. Некоторые тела (воздушные шары, дым, птицы) поднимаются вверх, несмотря на тяготение. Как вы думаете, почему? Нет ли здесь нарушения закона всемирного тяготения?
2. Что нужно сделать, чтобы увеличить силу тяготения между двумя телами?
3. Какая сила вызывает приливы и отливы в морях и океанах Земли?
4. Почему мы не замечаем гравитационного притяжения между окружающими нас телами?

Расчётные задачи

1. Космический корабль массой **8 т** приблизился к орбитальной космической станции массой **20 т** на расстояние **500 м**. Найдите силу их взаимного притяжения.
2. На каком расстоянии сила притяжения между двумя телами массой по **1000 кг** каждое будет равна **$6,67 \cdot 10^{-9}$ Н**?
3. Два одинаковых шарика находятся на расстоянии **0,1 м** друг от друга и притягиваются с силой **$6,67 \cdot 10^{-15}$ Н**. Какова масса каждого шарика?



Вывод:

- Между всеми телами существует всемирное тяготение
- Сила взаимодействия между двумя телами зависит от массы тел и от квадрата расстояния между ними
- Коэффициент пропорциональности – гравитационная постоянная
- Всемирное тяготение осуществляется посредством гравитационного поля – особой формы материи
- Закон всемирного тяготения имеет границы применимости

Домашнее задание

- §15,
- устно ответить на вопросы в конце параграфа,
- упражнение 15 (2,3,5).



