

# СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

*1. УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ.*

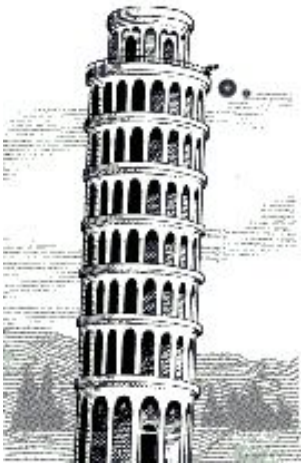
*2. РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ.*

*3. А КАКОВО ПАДЕНИЕ ТЕЛ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ?*

*4. ЗНАЕШЬ ЛИ ТЫ ?*

*5. ЗАДАЧИ.*

*6. ДОМАШНЯЯ ЗАДАНИЕ.*



## Развитие взглядов на природу явления свободного падения.

### Опыт Галилея.

Галилей Галилео (15.2.1564-8.1.1642) – итальянский физик,

механик, астроном и математик, один из основателей точного естествознания, поэт, филолог и критик.



Родился в Пизе. Отец был талантливым музыкантом. До 11 лет Галилей жил в Пизе.

где учился в школе, затем семья переселилась во Флоренцию.

Дальнейшее воспитание получил в монастыре Валломброза.

В 17-летнем возрасте, по настоянию отца, Галилей обратился к чтению

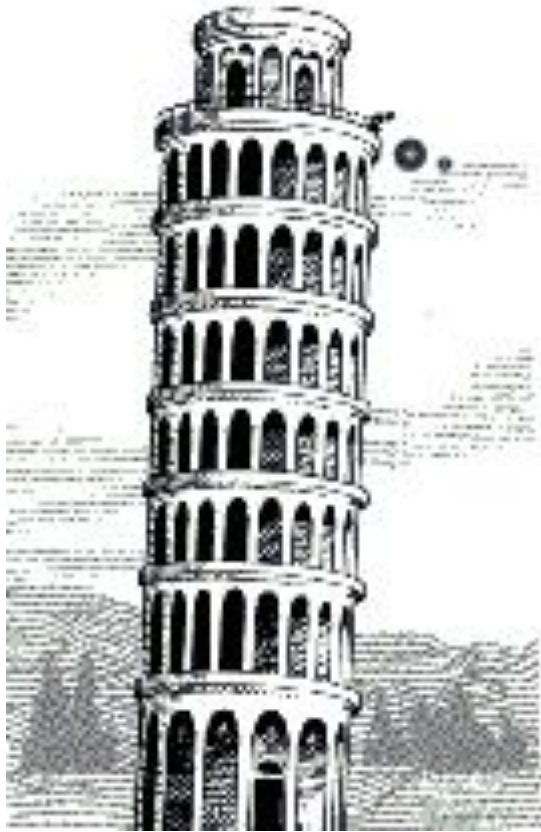
сочинений других математиков - [Евклида](#) сочинений других математиков - Евклида и [Архимеда](#). Архимед стал его учителем, определившим в значительной мере содержание и стиль его работы.

В занятиях естественными науками ему помог [Гвидо Убальди](#) (1545-1607гг.),

уже тогда прославившийся своим сочинением по статике простых машин.

Покровительство последнего дало возможность Галилею получить в 1589г.

кафедру математики в Пизе. Три года спустя он переехал в Падую, а затем в Венецию.



Нес Галилей одной рукою  
Маленький шар из свинца,  
А сзади ядро другое  
Тащили три молодца...  
Ядра, различные весом,  
Сбросить решил Галилей.  
Какое из них, профессор,  
Может упасть скорей?  
Из стихотворения "Опыт Галилея" Е.  
Ефимовский

предположение / алилео / алилеи сбрасывал с  
Пизанской  
башни в один и тот же момент пушечное ядро  
массой 80 кг  
и значительно более легкую мушкетную пулю  
массой 200 г.  
Оба тела имели примерно одинаковую  
обтекаемую форму  
и достигли земли одновременно. До него  
господствовала  
точка зрения Аристотеля, который утверждал,  
что легкие  
тела падают с высоты медленнее тяжелых.  
"Проделав опыт,  
вы найдете, что больший опередит меньший на  
два пальца,  
так что когда больший упадет на Землю, то  
меньший будет  
от нее на расстоянии толщины двух пальцев.

Теоретическое обоснование опыта Галилея.

Этимидея  
пальцами вы хотите закрыть девяносто девять  
локтей

Практическое применения закона на примере гравиметрической  
разведки залежей полезных ископаемых. С помощью обыкновенного  
маятника и гравитационных аномалий можно определить залежи  
полезных ископаемых.

Аристотеля и, говоря о моей небольшой ошибке.

главную

## СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

**Свободное падение** - это движение тел в безвоздушном пространстве (вакууме) без начальной скорости только лишь под действием притяжения Земли ( **под действием силы тяжести**).

**Идеальное** свободное падение - **в вакууме**, где независимо от массы, плотности и формы все тела падают одинаково быстро, т. е. в любой момент времени тела имеют одинаковые мгновенные скорости и ускорения. Наблюдать идеальное свободное падение тел можно в **трубке Ньютона**, если с помощью насоса выкачать из неё воздух.



В земных условиях **идеальное** свободное падение тел невозможно, т.к. действует сила трения о воздух. **В дальнейших рассуждениях** (при решении задач) пренебрегаем силой трения о воздух и считаем падение тел в земных условиях **идеально свободным**.

## УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ

$$g \approx G \frac{M_3}{R_3^2}$$

$$G = 6,7 * 10^{-11} \frac{Н * м^2}{кг^2}; \text{ (Гравитационная постоянная)}$$

$$M_3 = 6 * 10^{24} \text{ кг}; \text{ (Масса Земли)}$$

При свободном падении все тела вблизи поверхности Земли независимо от

их массы приобретают **одинаковое** ускорение, называемое **ускорением свободного падения**. Условное обозначение ускорения свободного падения -  $g$ .

**Ускорение свободного падения на Земле приблизительно равно :**

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение свободного падения всегда направлено **к центру** Земли.



Свободное падение тела - это **равноускоренное** движение.  
Поэтому все формулы для равноускоренного движения применимы  
для

свободного падения тел.

Величина скорости при свободном падении тела в любой момент  
времени:

$$v = gt$$

перемещение  
тела:

$$S = \frac{gt^2}{2}$$

В этом случае вместо ускорения  $\alpha$ , в формулы для равноускоренного движения  
вводится ускорение свободного падения  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$  (**const**).

В условиях идеального падения, падающие с одинаковой высоты тела  
достигают поверхности Земли, обладая **одинаковыми** скоростями и

Заранее, **приравняв** на свободном падении тело возвращается на Землю со скоростью, величина  
которой

**равна** модулю начальной скорости. Время падения тела **равно** времени движения вверх от  
момента

броска до полной остановки в наивысшей точке полета.

# А КАКОВО ПАДЕНИЕ ТЕЛ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ?

Если выстрелить из ружья **вертикально вверх**, то, учитывая силу трения о воздух, свободно падающая с любой высоты пуля приобретет у земли скорость не более 40 м/с.

---

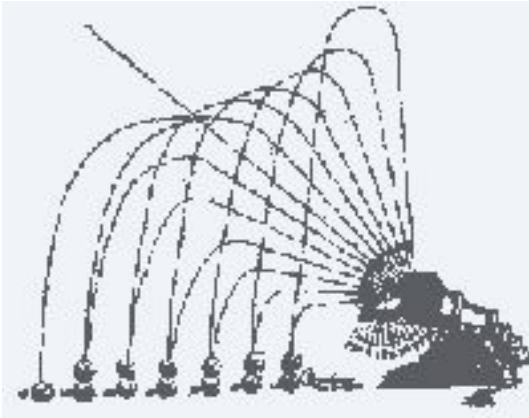
В **реальных** условиях из-за наличия силы трения о воздух механическая энергия тела частично переходит в тепловую. В результате максимальная высота подъема тела оказывается **меньше**, чем могла бы быть при движении в безвоздушном пространстве, а в любой точке траектории при спуске скорость оказывается **меньшей**, чем скорость на подъеме.

---

При наличии трения падающие тела имеют ускорение, равное  $g$ , **только в начальный момент** движения. По мере увеличения скорости ускорение уменьшается, движение тела стремится к **равномерному**.



Только на полюсах Земли тела падают **строго по вертикали**. Во всех остальных точках планеты траектория свободно падающего тела отклоняется к востоку за счет **силы Кориолиса**, возникающей во вращающихся системах (т.е. сказывается влияние вращения Земли вокруг своей оси).



Лишь [итальянскому ученому Галилео Галилею](#) удалось установить, что траекторией тела, брошенного под углом к горизонту в безвоздушном пространстве, является **парабола**. А итальянец Тарталья (1500 – 1557г.), даже не зная законов движения, пришел к выводу, что наибольшей дальности стрельбы можно достичь, если наклонить орудие к горизонту под углом **45 градусов**.



**Минимальная скорость**, которую достаточно сообщить брошенному вертикально вверх телу для того, чтобы оно не вернулось обратно, называют **второй космической скоростью**. ( $v=11,2$  км/сек)



# ЗАДАЧ

**И:**

1. Чему равно ускорение свободного падения на высоте **3600 км**? Во сколько раз оно меньше ускорения свободного падения вблизи поверхности Земли? Масса Земли  $6 \cdot 10^{24}$  кг, радиус Земли **6400 км**.

(Решение)

2. При строительстве высотного жилого дома с высоты **30 метров** случайно упал кирпич. За какое **время** он пролетит **весь путь**? Первые **15 метров**? Вторые **15 метров**?

(Решение)

Дано:

СИ

$$h=3600 \text{ км}$$

$$36 \cdot 10^5 \text{ м}$$

$$M_3=6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$R_2=6400 \text{ км}$$

$$64 \cdot 10^5 \text{ м}$$

Найти:

$$g_1=?$$

$$g_2=?$$

$$g=G \frac{M_3}{r^2}$$

$$g_1=G \frac{M_3}{(R_2 + h)^2} = \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Нм}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{((36 + 64) \cdot 10^5 \text{ м})^2} = \frac{40,2 \cdot 10^{13}}{10^{14}} \approx 4 \text{ м/с}^2$$

$$g_2=G \frac{M_3}{R_2^2} = \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(64 \cdot 10^5)^2} = \frac{40,2 \cdot 10^{13}}{4096 \cdot 10^{10}} = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{9,8 \text{ м/с}^2}{4 \text{ м/с}^2} = 2,5 \text{ раза}$$

Решение:

Дано:  $S=30$  м.

$$S_1 = 15 \text{ м}, \\ S_2 = 15 \text{ м}$$

$$s = \frac{gt^2}{2}; \quad t^2 = \frac{2s}{g}; \quad t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

Найти:

$t_1, t_2,$  и  $t_{\text{общ}}$  -?

$$t_{\text{общ}} = \sqrt{\frac{2 * 30 \text{ м}}{9,8}} = 2.47 \text{ с}; \quad t_1 = \sqrt{\frac{2 * 15 \text{ м}}{9,8}} = 1.74 \text{ с};$$

$$t_2 = t_{\text{общ}} - t_1 = 2.47 \text{ с} - 1.74 \text{ с} = 0.73 \text{ с};$$

Отсюда можно выразить  $t$  и найти время, необходимое на весь путь, а также на первые и вторые 15 метров:  $t_{\text{общ}}=2,47$  с.,  $t_1=1,74$  с.,  $t_2=0,73$  с.

## Домашняя задание:

1. Космический корабль массой  $M_K$  приблизился к космической станции массой  $M_S$  на расстояние  $L$ . Найти силу их взаимного притяжения. Значения для расчетов  $M_K=8$  тонн,  $M_S=20$  тонн,  $L=10$ м.
2. Средний радиус планеты  $R$  км. Ускорение свободного падения на этой планете  $A$  м/с. Найти массу этой планеты. Значения для расчетов: радиус Меркурия  $2420$  км, ускорение свободного падения на Меркурии  $3,72$  м/с<sup>2</sup>.
3. Свободно падающий камень без начальной скорости пролетел последние три четверти пути за  $1$  с. С какой высоты падал камень?

Спасибо за урок!

