

## Блок -2

ОК - 12

## ДИНАМИКА

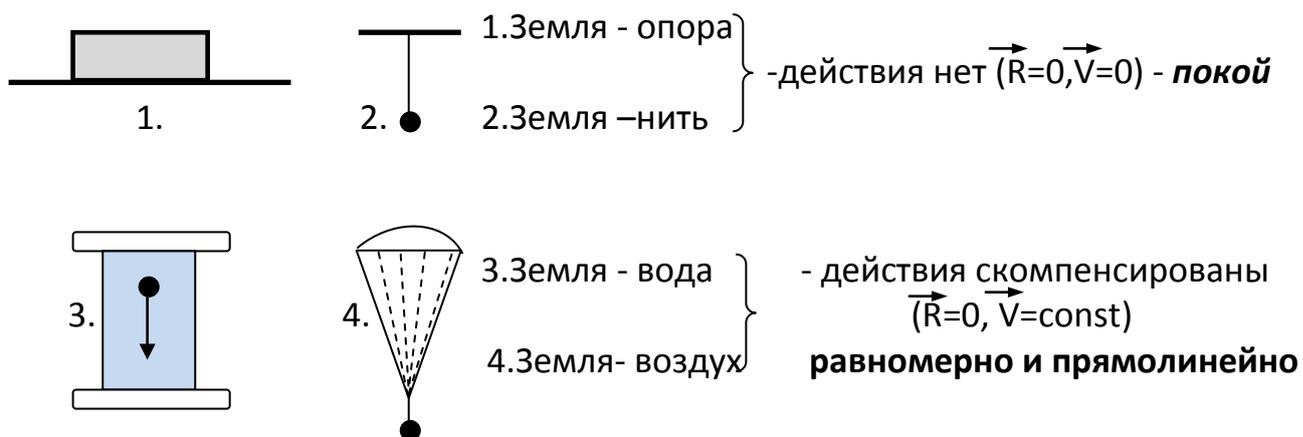
- изучает, при каких условиях:

- тело покоится
- движется равномерно
- изменяет скорость тела

- а также

- причины и способы изменения модуля и направления ускорения

## 1. Компенсация действий



**2. Инерция** – явление сохранения скорости движения тела при отсутствии внешних воздействий или при их компенсации, при этом тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно. (Г. Галилей)

**3. Инерциальные системы отсчета (И.С.О.)** – система отсчета, относительно которой тело, при отсутствии внешних воздействий или при их компенсации, движется прямолинейно и равномерно.

**И.С.О. – бесчисленное множество**

**Опыты Галилея показали, что Земля – И.С.О., но не единственная такая система**

1. Поезд, идущий по прямолинейному участку с постоянной скоростью – И.С.О.
2. С.О., связанная с хоккеистом, движущимся относительно льда с ускорением - система неинерциальная

## 4. Первый закон Ньютона

И. Ньютон был убежден в правоте Галилея и включил закон инерции в систему законов движения

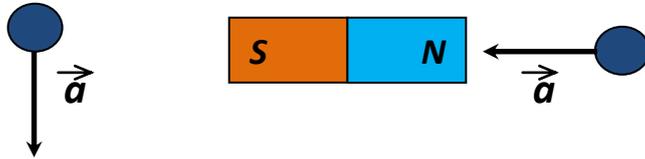
Существуют такие системы отсчета, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действуют другие тела ( или действия других тел скомпенсировано)

## Блок -2

ОК - 13

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

## 1. Почему изменяется скорость?



-взаимодействие причина изменения скорости, т.е. причина ускорения

## 2. Ускорение при взаимодействии

Независимо от рода взаимодействия:

1. направления ускорений противоположны



$$2. \frac{|a_1|}{|a_2|} = const$$

## 3. Скорость изменяется

Быстрее

- легковой автомобиль
- пустой вагон
- стул

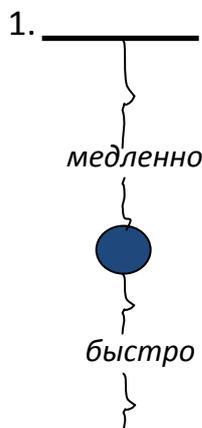
Медленнее

- грузовой автомобиль
- груженный вагон
- стол

тела менее  $\longrightarrow$  **ИНЕРТНЫ**  $\longleftarrow$  тела более

Свойство тела, от которого зависит его ускорение при взаимодействии с другими телами, называется ИНЕРТНОСТЬЮ

## 4. Чем тело инертнее, тем время изменения скорости больше



2. маховики
3. фундаменты станков
4. в цирке (человек – наковальня)

## Блок -2

ОК - 14

## МАССА ТЕЛА

## 1. Масса тела – величина, характеризующая инертность тела

$$\frac{|a_1|}{|a_2|} = \frac{m_2}{m_1}$$

- отношение масс взаимодействующих тел равно обратному отношению модулей ускорений

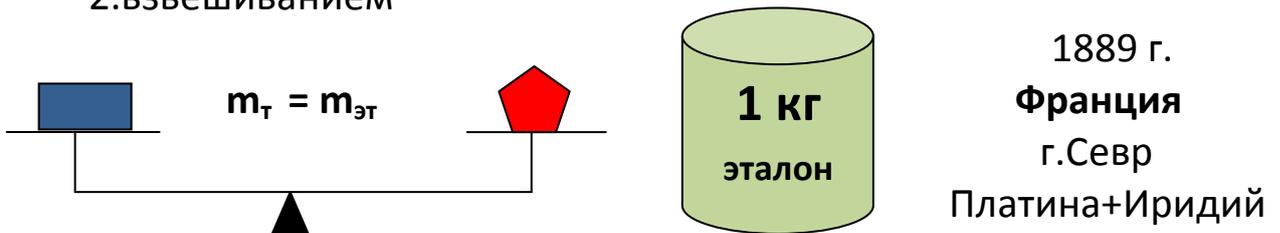
## 2. Измерение масс

1. по ускорению при взаимодействии с эталоном

$$\frac{|a_{\text{эт}}|}{|a_{\text{т}}|} = \frac{m_{\text{т}}}{m_{\text{эт}}}$$

$$m_{\text{т}} = m_{\text{эт}} \frac{a_{\text{эт}}}{a_{\text{т}}}$$

2. взвешиванием



## 3. Свойство массы

1. не зависит от рода взаимодействия

2. складывается ( $m = m_1 + m_2 + \dots$ )

3. изменяется при движении тел со скоростью, близкой к скорости света

$$v \longrightarrow c = 3 \times 10^8 \text{ м/с}$$

$$m = \frac{m_0}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

## Блок -2

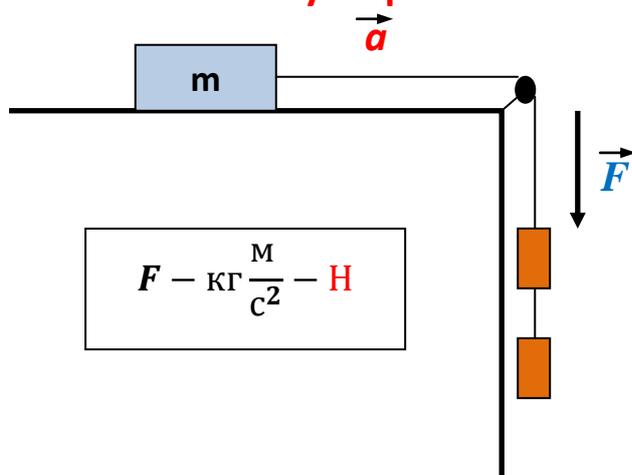
## ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

ОК - 15

**1. Сила** – всякое действие одного тела на другое, являющееся причиной ускорения или деформации

$\vec{F}$  – векторная величина характеризуется – числовым значением  
 - направлением  
 - точкой приложения

**2. От чего зависит ускорение?**



$$1. m - \text{const}; \frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2}; \quad a \sim F$$

$$2. F - \text{const}; \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}; \quad a \sim \frac{1}{m}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение

**3. Особенности второго закона Ньютона**

- приложенная к телу сила определяет его ускорение;
- сила – причина изменения движения (скорости);
- направление ускорения всегда совпадает с направлением силы;
- справедлив для любых сил;
- если на тело действуют несколько сил, то берется результирующая сила

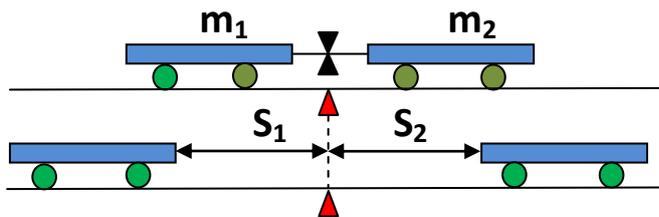
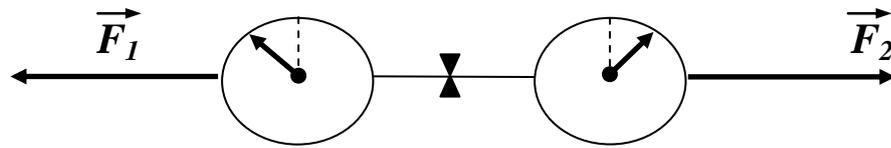
$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

Геометрическая сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этой силой ускорение

Блок -2

## ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

ОК - 16



$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

$$m_1 = m_2$$

$$S_1 = S_2 \Rightarrow \vec{V}_1 = \vec{V}_2$$

$$\vec{V}_1 = \vec{a}_1 t; \vec{V}_2 = \vec{a}_2 t$$

$$\vec{a}_1 = -\vec{a}_2$$

$$m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$$

Тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и противоположными по направлению

### Особенности третьего закона Ньютона

Силы взаимодействия должны быть:

1. одной природы
2. всегда равны по величине
3. всегда направлены в противоположные стороны вдоль одной прямой
4. приложены к разным телам и не уравновешиваются

## Блок -2

## СИЛЫ В ПРИРОДЕ

ОК - 17

Существуют два основных вида взаимодействия в механике

## 1. гравитационное

- сила тяготения

- сила тяжести

## 2. электромагнитное

- сила упругости

- сила трения

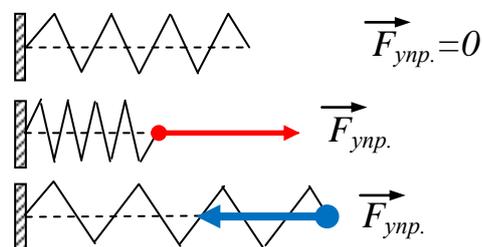
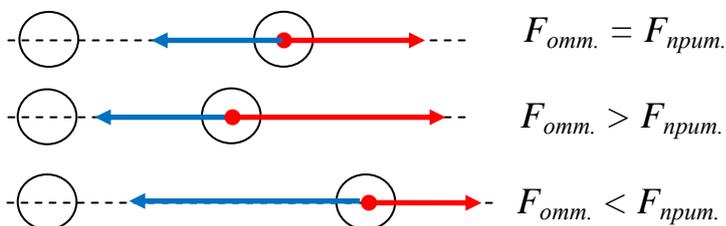
- сила тяги

- выталкивающая сила

Суть электромагнитных сил –  
взаимодействие заряженных частиц соседних атомов

## Сила упругости

соседние атомы



$$\vec{F}_{\text{упр.}} = \Sigma(\vec{F}_{\text{пр.}} + \vec{F}_{\text{отт.}})$$

## Особенности сил упругости

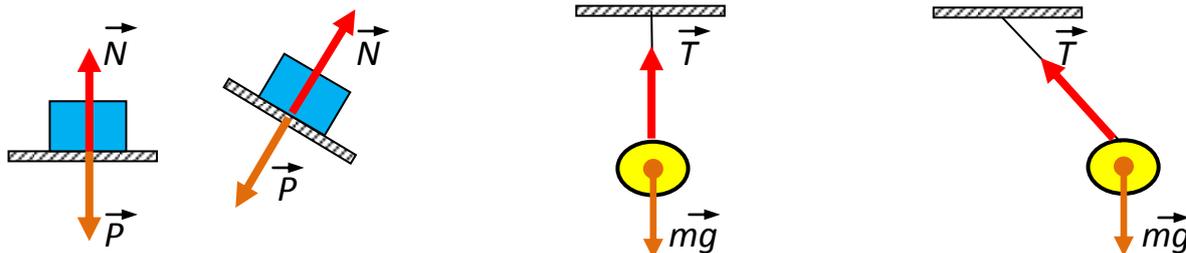
1. Возникают при деформации тела (растяжение, сжатие, изгиб, кручение)
2. Всегда направлены перпендикулярно поверхности соприкосновения взаимодействующих тел
3. Противоположны направлению смещения частиц тела
4. Возникают одновременно у двух тел
5. При малых деформациях выполняется **закон Гука**

$$(\vec{F}_{\text{упр.}})_x = -k\Delta x$$

$$k = \frac{F_{\text{упр.}}}{\Delta x} = \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

- коэф. жесткости зависит от размеров и от материала

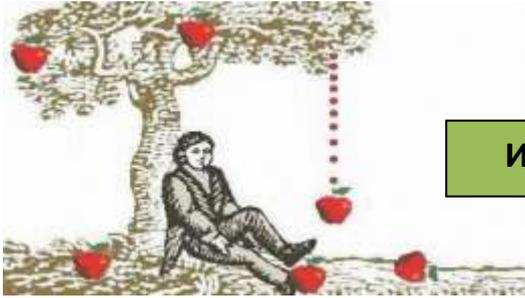
6. Силы упругости, действующие на тело со стороны опоры или подвеса, наз-ся **силой реакции опоры** ( $\vec{N}$ ) или **силой реакции подвеса** ( $\vec{T}$ )



## Блок -2

## ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

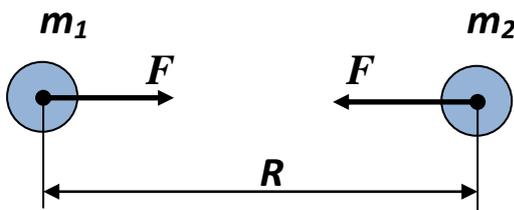
ОК - 18



И.НЬЮТОН

Падение тел на Землю  
Луна вокруг Земли  
Планеты вокруг Солнца  
Приливы и отливы

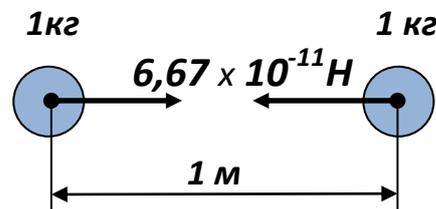
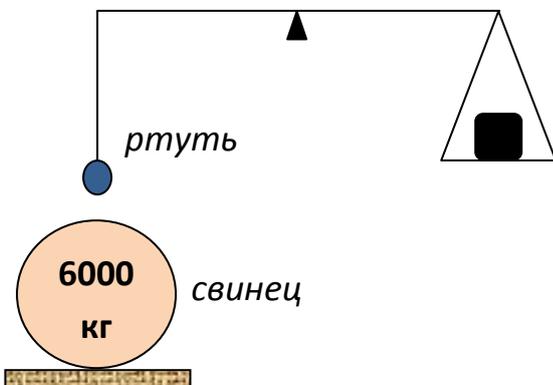
Силы тяготения



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

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

## Гравитационная постоянная



$$G = 6,67 * 10^{-11} \frac{\text{Нм}^2}{\text{кг}^2}$$

Кавендиш (англ.) – первый!

## Пределы применимости закона

- материальные точки
- шары
- шар большего R и тело

## Неприменим!

- бесконечный стержень и шар
- бесконечная плоскость и тело

## Гравитационное поле

- 1.невидимо
- 2.сильнее вблизи тела
- 3.зависит от массы
- 4.существует вокруг всех тел
- 5.проникает через все материалы

## Блок -2

## ОК - 19

## ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

## Первая космическая скорость.

**Рассмотрим случай, когда тело становится ИСЗ.**

1. Так как тело движется по окружности, то ускорение будет равно	$a = \frac{V^2}{R + h}$
2. Это ускорение телу сообщает сила тяготения Земли	$F = G \frac{M_3 m}{(R + h)^2}$
3. По второму закону Ньютона	$a = \frac{F}{m} = G \frac{M_3 m}{m(R + h)^2} = G \frac{M_3}{(R + h)^2}$
4. Приравняем уравнения (1) и (3)	$\frac{V^2}{R + h} = G \frac{M_3}{(R + h)^2}$
5. Выразим из уравнения (4) – V	$V = \sqrt{G \frac{M_3}{R + h}}$
6. Вычислим V для случая h=0	$F = G \frac{M_3 m}{R^2}; F = mg; V = \sqrt{G \frac{M_3}{R}}$
	$\frac{GM}{R^2} = g; \frac{GM}{R} = gR$
7. Первая космическая скорость $V_{к1}$	$V_{к1} = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \frac{М}{с^2} * 6,4 * 10^6 М} = 7,91 км/с$

В зависимости от начальной скорости  $V_0$ , сообщенной телу при его вылете из атмосферы, дальнейшая судьба тела может быть различной:

1. При  $V_0 < 7,91$  км/с тело упадет на Землю;
2. При  $V_{к1} = 7,91$  км/с тело превратится в ИСЗ;
3. При  $V_{к2} = 11,18$  км/с тело превратится в искусственную планету;
4. При  $V_{к3} = 16,67$  км/с тело покинет Солнечную систему.
5. При  $V_{к4} = 550$  км/с тело покинет нашу Галактику.

<b>h, км</b>	0	250	1000	35800	385000
<b><math>V_0</math>, км/с</b>	7,91	7,76	7,35	3,07	1

**Блок -2**

**ОК - 20**

**СИЛА ТЯЖЕСТИ**

- сила притяжения к Земле

Рассмотрим тело, находящееся на поверхности Земли или близко от неё:

введем обозначения:  $m_1 = M_3$ ;  $m_2 = m_T$ ;  $R = R_3$ ; тогда  $F = G \frac{M_3 m_T}{R_3^2}$

*если на тело действует только сила тяжести, то оно совершает свободное падение*

$$g = \frac{F}{m} = G \frac{M_3}{R_3^2} = 9,8 \frac{м}{с^2}$$

- не зависит от массы тела!  
Г.Галилей.

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

если  $h = 1000$  км, то  $g = 5,4$  м/с<sup>2</sup>

- зависит от высоты над Землёй!

$$g = 9,83 \text{ м/с}^2 \text{ – полюс}$$

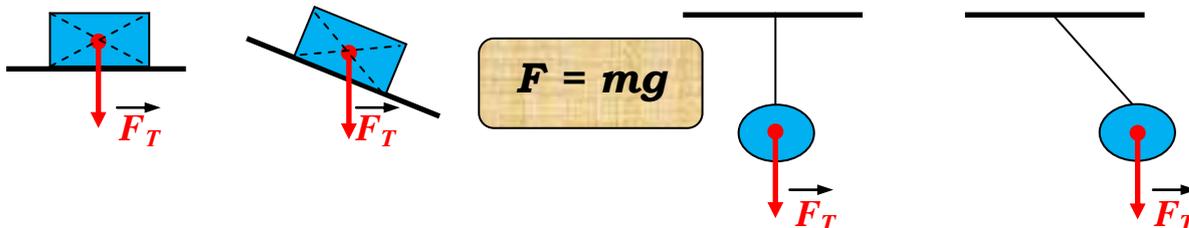
$$g = 9,78 \text{ м/с}^2 \text{ – экватор}$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2 \text{ – широта } 45^\circ$$

- зависит от широты места!

**Причина:**  
вращение Земли, приплюснутость у полюсов, породы земной коры

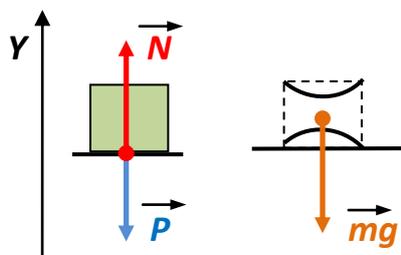
**Направление вектора силы тяжести** – по линии отвеса к центру Земли



**ВЕС ТЕЛА**

- сила, с которой тело, вследствие его притяжения к Земле, действует на опору или подвес

**Природа веса тела**



Под действием  $\vec{mg}$  и  $\vec{N}$  тело деформируется, в нем возникает сила упругости.

**Это и есть вес тела!**  
 $\vec{P} = -\vec{N}$  – по третьему закону Ньютона

Вес – сила упругости!

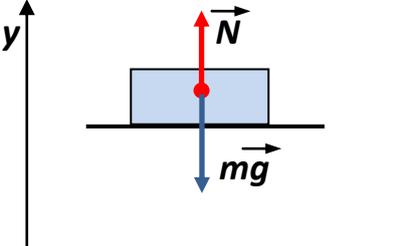
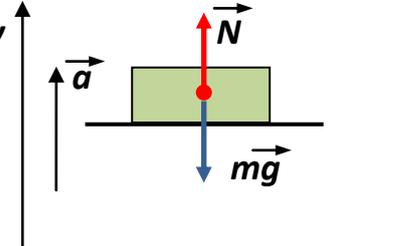
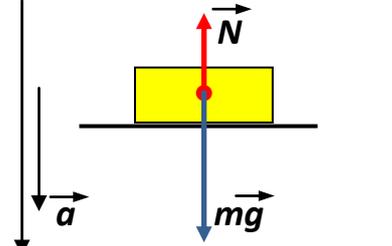
**$P = mg?!$**

$P = N$  – всегда!

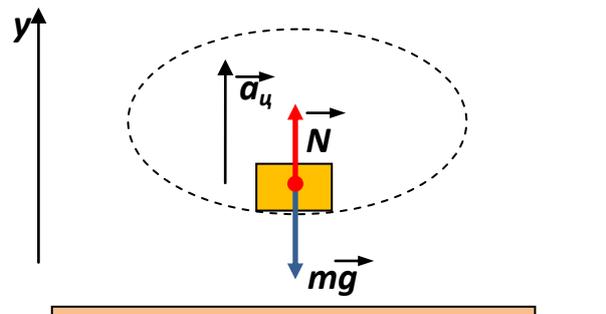
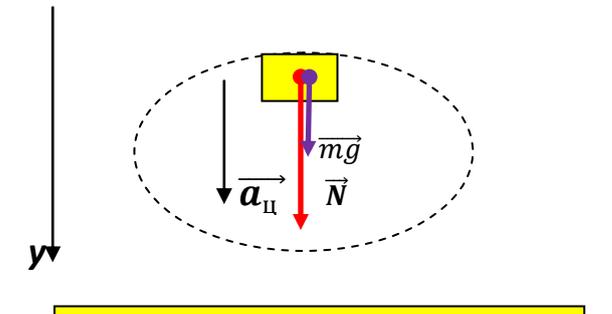
**Блок -2**

**ВЕС ТЕЛА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ**

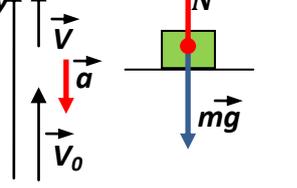
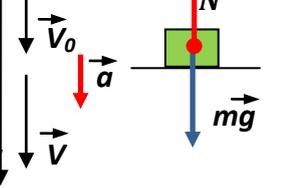
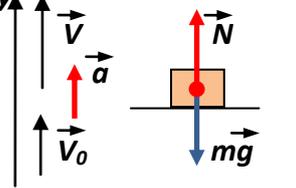
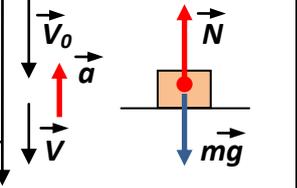
**ОК - 21**

<p>1. Опора покоится или движется равномерно</p>	<p>2. Опора движется вертикально вверх с ускорением</p>	<p>3. Опора движется вертикально вниз с ускорением</p>
		
<p><math>P = N; N = mg;</math> <math>P = mg</math></p>	<p><math>N - mg = ma;</math> <math>P = m(g + a)</math></p>	<p><math>-N + mg = ma;</math> <math>P = m(g - a)</math></p>

4. Тело движется по окружности в вертикальной плоскости

	
<p><math>N - mg = \frac{mV^2}{R}; P = m(g + \frac{V^2}{R})</math></p>	<p><math>N + mg = \frac{mV^2}{R}; P = m(\frac{V^2}{R} - g)</math></p>

**Свободное падение** – движение тела только под действием силы тяжести

<b>Невесомость (a=g)</b>		<b>Перегрузка</b>	
вверх	вниз	вверх	вниз
			
<p><math>N = m(g - a)</math> <math>g=a; N=0; P=0</math></p>		<p><math>N - mg=ma</math> <math>P = m(a + g)</math></p>	

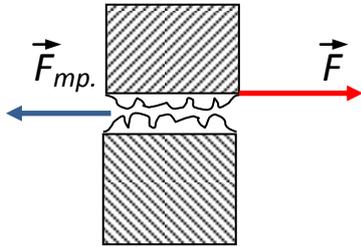
- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Космонавты</li> <li>2. Спутник на орбите</li> <li>3. Пловец – с вышки</li> <li>4. Парашютист – в начале падения</li> <li>5. Выпуклый мост – большая скорость</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Старт космического корабля</li> <li>2. Спуск корабля на Землю</li> <li>3. При движении по окружности:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- лётчик в «пике»</li> <li>- вогнутый мост</li> </ul> </li> </ol> |
|---|--|

## Блок -2

## СИЛА ТРЕНИЯ

ОК - 22

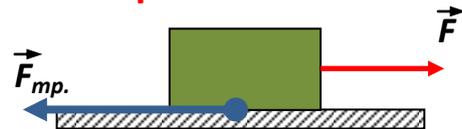
**1. Природа силы трения** – электромагнитная (силы трения возникают благодаря существованию сил взаимодействия между молекулами и атомами соприкасающихся тел).



**2. Причины:** - шероховатость поверхностей  
- молекулярные силы

$$\Sigma \vec{F}_{\text{упр.}} = \vec{F}_{\text{тр.}}$$

**3. Особенности** – возникает при соприкосновении двух движущихся тел;  
- действует параллельно поверхности соприкосновения тел;  
- направлена против движения тела.

**4. Сила трения покоя.**

$$\vec{F}_{\text{тр. покоя.}} = -\vec{F}$$

$$(F_{\text{тр.п.}})_{\text{max.}} = \mu N$$

$F_{\text{тр. покоя.}}$  - препятствует началу движения, удерживает соприкасающиеся тела в относительном покое, а также может служить причиной ускорения.

**$\mu$  – коэффициент трения**

- показывает, во сколько раз сила трения меньше силы нормального давления;
- характеризует качество обработки и материал трущихся поверхностей;
- не зависит от действующих сил;
- постоянен для данной пары материалов;
- различен для разных соприкасающихся материалов.

**5. Сила трения скольжения**

$$F_{\text{тр. скольж.}} = \mu N$$

**6. Сила трения качения**

При одинаковой нагрузке  $F_{\text{тр. качения.}}$  значительно меньше  $F_{\text{тр. скольж.}}$ .

$$F_{\text{тр. качения.}} \ll F_{\text{тр. скольж.}}$$

- колесо, шариковые и роликовые подшипники

**7. Способы увеличения и уменьшения силы трения**

**Увеличивают:** песок, рукавицы, гвозди, шурупы, шиповки

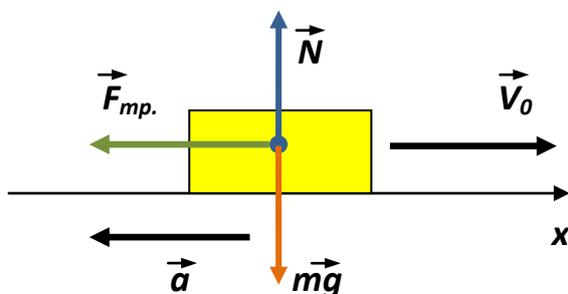
**Уменьшают:** валы, оси, шлифовка, подшипники, смазка

## Блок -2

## ОК - 23

## ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТРЕНИЯ

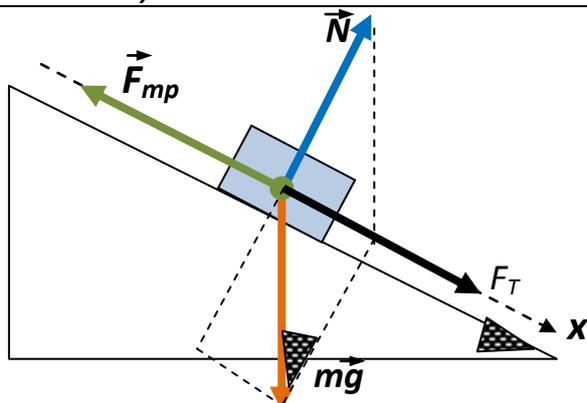
1. Рассчитайте время, в течение которого автомобиль тормозит, и путь, пройденный автомобилем до остановки, если он двигался по горизонтальной прямолинейной дороге и перед началом торможения имел скорость **16 м/с**. Коэффициент трения равен **0,4**.



1.  $F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mg; \vec{F} = \vec{R}$
2.  $\mu mg = ma; a = \mu g$
3.  $V = V_0 - at; 0 = V_0 - at; V = at$
4.  $t = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{\mu g}; t = 4c$
5.  $S = V_0 t - \frac{at^2}{2};$

$$S = 32\text{м}$$

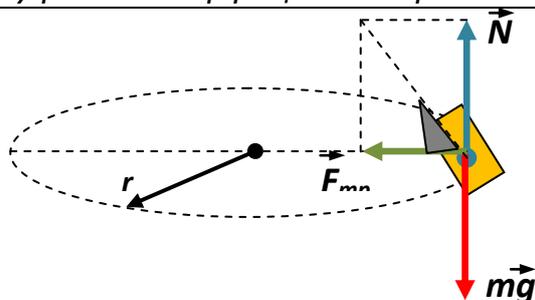
2. Автомобиль массой **5000 кг** движется равномерно с горы, плоскость которой образует с горизонтом угол **30 град**. Определите силу тяги, развиваемую двигателем автомобиля. Коэффициент трения равен **0,7**.



1.  $m\vec{g} + \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр.}} = m\vec{a}$
2.  $mg\sin\alpha + F_T - \mu mg\cos\alpha = 0$
3.  $F_T = mg(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$

$$F_T = 5\text{кН}$$

3. Конькобежец движется со скоростью **10 м/с** по окружности радиусом **25м**. Под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы не упасть? Чему равен коэффициент трения?



1.  $\vec{R} = \vec{F}_{\text{тр.}}$
2.  $F_{\text{тр.}} = Nctg\alpha; F_{\text{тр.}} = \mu N; \mu = ctg\alpha$
3.  $F_{\text{тр.}} = ma; F_{\text{тр.}} = m\frac{V^2}{r}$
4.  $\mu N = m\frac{V^2}{r}; \mu mg = m\frac{V^2}{r}; \mu = \frac{V^2}{r}$

$$5. \mu = 0,4; ctg\alpha = 0,4; \alpha = 68^{\circ}$$

Блок -2

ОК - 24

## Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона

## Движение тела под действием нескольких сил

## 1. ДВИЖЕНИЕ В ВЕРТИКАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения?

Автобус массой  $5\text{ т}$ ., двигаясь от остановки ускоренно, прошел путь  $400\text{ м}$ . Сила тяги, развиваемая двигателем,  $5 \cdot 10^3\text{ Н}$ . Коэффициент трения  $0,05$ . Какую скорость приобретёт автобус к концу разгона?

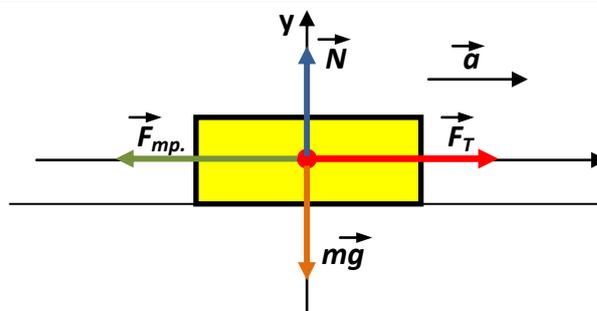
2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.

Дано:  $m = 5\text{ т}$   
 $S = 400\text{ м}$   
 $F = 5 \cdot 10^3\text{ Н}$   
 $\mu = 0,05$

СИ  
 $= 5 \cdot 10^3\text{ кг}$

$v = ?$

3. Сделайте чертёж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.



4. Запишите уравнение второго закона Ньютона в векторном виде.

$$\vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{N} + \vec{mg} = \vec{ma}$$

5. Запишите основное уравнение динамики для проекций на оси координат.

ось  $x$ :  $F_T - F_{\text{тр.}} = ma$   
 ось  $y$ :  $N - mg = 0$

6. Найдите все величины, входящие в эти уравнения.

$$F_{\text{тр.}} = \mu N = ma$$

$$a = \frac{v^2}{2S}$$

7. Решите систему уравнений (см. п. 5) относительно неизвестной величины.

$$v = \sqrt{\frac{2S(F_T - \mu mg)}{m}}$$

8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.

$$v = \frac{\frac{\text{кг м}}{\text{с}^2}}{\text{кг}} \text{ м} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.

$$v = 20 \text{ м/с}$$

## Блок -2

ОК - 25

## Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона

## Движение тела под действием нескольких сил

## 2. ДВИЖЕНИЕ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения?

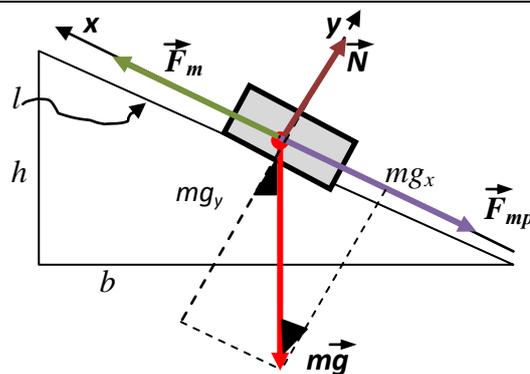
На наклонной плоскости длиной **13 м** и высотой **5 м** лежит груз массой **26 кг**. Коэффициент трения равен **0,5**. Какую силу надо приложить к грузу вдоль плоскости, чтобы втащить груз?

2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.

Дано: СИ  
 $m = 26 \text{ кг}$   
 $l = 5 \text{ м}$   
 $h = 13 \text{ м}$   
 $\mu = 0,5$

$F = ?$

3. Сделайте чертеж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.



4. Запишите уравнение второго закона Ньютона в векторном виде.

$$\vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{N} + \vec{m}g = \vec{m}\vec{a}$$

5. Запишите основное уравнение динамики для проекций на оси координат.

ось  $x$ :  $F_T - F_{\text{тр.}} - mgsin\alpha = 0$   
 ось  $y$ :  $N - mgcos\alpha = 0$

6. Найдите все величины, входящие в эти уравнения.

$$F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mgcos\alpha$$

$$sin\alpha = \frac{h}{l}; b = \sqrt{l^2 - h^2}; cos\alpha = \frac{b}{l}$$

7. Решите систему уравнений (см. п.5) относительно неизвестной величины.

$$F_T = mg(\mu cos\alpha + sin\alpha)$$

8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.

$$F_T = \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$$

9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.

$$F_T = 220 \text{ Н}$$

## Блок -2

ОК - 26

## Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона

## Движение тела под действием нескольких сил

## 3. ДВИЖЕНИЕ СВЯЗАННЫХ ТЕЛ

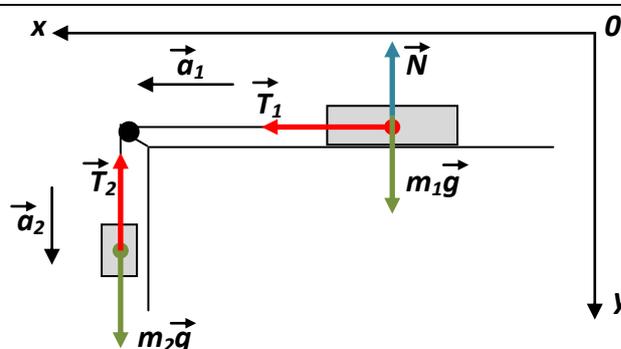
1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения?

По горизонтальному столу движется тело массой  $m_1 = 1 \text{ кг}$ , соединенное легкой нерастяжимой нитью с телом массой  $m_2 = 3 \text{ кг}$ . Найдите ускорения тел и силу натяжения нити. Силой трения пренебречь.

2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.

Дано: СИ  
 $m_1 = 1 \text{ кг}$   
 $m_2 = 3 \text{ кг}$   
 $T = ?$   $a = ?$

3. Сделайте чертеж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.



4. Если пренебречь малым растяжением нити, то ускорения обоих грузов одинаковы по модулю. По третьему закону Ньютона одинаковы и силы натяжения нити.

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = |\vec{a}|$$

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = |\vec{T}|$$

5. Запишите уравнение второго закона Ньютона для каждого тела в векторной форме.

$$\vec{T} + \vec{N} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}$$

$$\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}$$

6. Запишите уравнения второго закона Ньютона для каждого тела в скалярном виде.

1 тело	2 тело
ось y: $N - m_1 g = 0$	ось y: $-T + m_2 g = m_2 a$
ось x: $T = m_1 a$	

7. Решите систему уравнений (см. п. 6) относительно неизвестной величины.

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}; T = m_1 \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$$

8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.

$$a = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; T = \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$$

9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.

$$a = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; T = 7,5 \text{ Н}$$

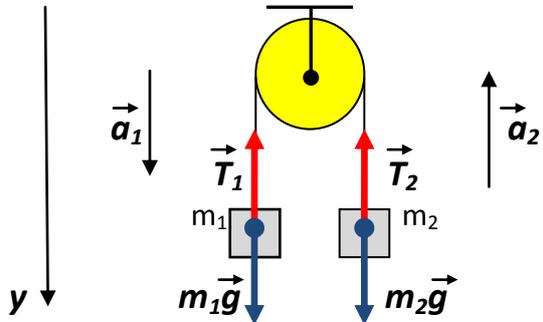
**Блок -2**

**ОК - 27**

**Алгоритм решения задач на второй закон Ньютона**

**Движение тела под действием нескольких сил**

**4. ДВИЖЕНИЕ СВЯЗАННЫХ ТЕЛ НА НЕПОДВИЖНОМ БЛОКЕ**

<p>1. Прочитайте внимательно условие задачи. Выясните, какое тело движется. Под действием каких сил? Каков характер движения?</p>	<p>Через неподвижный блок перекинута нить, к концам которой прикреплены грузы массами <math>m_1 = 3 \text{ кг}</math> и <math>m_2 = 1 \text{ кг}</math>. Найдите ускорения грузов и силу натяжения нити. Силой трения пренебречь.</p>	
<p>2. Запишите краткое условие задачи. Одновременно выразите все величины в единицах СИ.</p>	<p><b>Дано:</b> <math>m_1 = 3 \text{ кг}</math> <math>m_2 = 1 \text{ кг}</math> <math>T = ?</math> <math>a = ?</math></p>	<p><b>СИ</b></p>
<p>3. Сделайте чертеж. Изобразите оси координат, тело, все действующие на тело силы, а также направление вектора ускорения.</p>		
<p>4. Если пренебречь малым растяжением нити, то ускорения обоих грузов одинаковы по модулю. По третьему закону Ньютона одинаковы и силы натяжения нити.</p>	$ \vec{a}_1  =  \vec{a}_2  =  \vec{a} $ $ \vec{T}_1  =  \vec{T}_2  =  \vec{T} $	
<p>5. Запишите уравнение второго закона Ньютона для каждого тела в векторной форме.</p>	$\vec{T} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}$ $\vec{T} + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}$	
<p>6. Запишите уравнения второго закона Ньютона для каждого тела в скалярном виде.</p>	<p><b>1 тело</b> <math>-T + m_1 g = m_1 a</math></p>	<p><b>2 тело</b> <math>-T + m_2 g = -m_2 a</math></p>
<p>7. Решите систему уравнений (см. п. 6) относительно неизвестной величины.</p>	$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2}; \quad T = m_1(g - a)$	
<p>8. Определите единицу величины. Проверьте, подходит ли она по смыслу.</p>	$a - \frac{\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \quad T - \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \text{Н}$	
<p>9. Рассчитайте число. Проверьте ответ на «глупость» и запишите его.</p>	<p><math>a = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \quad T = 15 \text{ Н}</math></p>	

**БЛОК -2****Повторим теорию!****ВЗК - 2****«Основы динамики»**

1. Что изучает динамика?
2. В чем состоит явление инерции?
3. Какие системы отсчета являются инерциальными и неинерциальными? Примеры.
4. Как формулируется первый закон Ньютона?
5. Причина изменения скорости тела.
6. Что можно сказать про ускорения тел при взаимодействии?
7. В чем состоит свойство тел, называемое инертностью?
8. Что называют массой тела?
8. Какова связь между массами тел и модулями ускорений, которые они получают при взаимодействии?
9. Как можно измерить массу тела?
10. Что представляет собой эталон массы?
11. Перечислите основные свойства массы.
12. Что такое сила и чем она характеризуется?
13. Объясните опыт, который устанавливает второй закон Ньютона и какой формулой его выражают?
14. Какова единица измерения силы? Как формулируют определение этой единицы?
15. Сформулируйте второй закон Ньютона.
16. Каковы особенности второго закона Ньютона?
17. Запишите и сформулируйте третий закон Ньютона.
18. Каковы особенности третьего закона Ньютона?
19. Какие виды взаимодействий существуют в природе? К какому из них относится взаимодействие, приводящее к появлению силы упругости?
20. Вследствие чего появляется сила упругости?
21. Особенности силы упругости.
22. Как формулируется и записывается закон Гука?
23. Как направлены силы упругости?
24. Сила реакции опоры и сила реакция подвеса. Изобразите эти силы.
25. Как формулируется закон всемирного тяготения?
26. Какой вид имеет формула закона всемирного тяготения?
27. Что называют гравитационной постоянной. Каков её физический смысл?
28. Пределы применимости закона всемирного тяготения.
29. Свойства гравитационного поля.
30. Что называют силой тяжести? По какой формуле определяют модуль силы тяжести?
31. Зависит ли ускорение свободного падения тела от его массы?
32. Одинакова ли сила тяжести в различных точках земного шара?
33. Как изменяется сила тяжести при удалении тела от поверхности Земли?
34. Куда приложена и как направлена сила тяжести?
35. Что называют весом тела?
36. В чем различие между весом тела и силой тяжести?
37. В каком случае вес тела равен силе тяжести?
38. Чему равен вес тела, при его движении вертикально вверх с ускорением?
39. Чему равен вес тела, при его движении вертикально вниз с ускорением?

40. Когда наступает невесомость? В чем она проявляется?
41. Когда наступает перегрузка? В чем она проявляется?
42. Какова природа силы трения?
43. В чем заключаются причины трения?
44. Каковы особенности силы трения?
45. В чем суть силы трения покоя?
46. Что представляет собой коэффициент трения?
47. В чем суть трения скольжения?
48. Охарактеризуйте трение качения.
49. Способы увеличения и уменьшения силы трения.
50. Опишите основные случаи движения тела в зависимости от сообщенной начальной скорости.
51. Как рассчитать первую космическую скорость? Чему она равна?

### Основные формулы раздела «Динамика»

<b>1. Сила упругости. Закон Гука</b>	
$F_x = -k\Delta x = -k(x_2 - x_1)$	$k$ – коэффициент жесткости $\Delta x$ – смещение при деформации
Сила упругости, возникающая при деформации опоры или подвеса	
$\vec{N}$	сила реакции опоры
$\vec{T}$	сила реакции подвеса
<b>2. Сила тяжести</b>	
$F = mg$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$	$m$ – масса тела ( $m = \rho V$ ) $g$ – ускорение свободного падения
<b>3. Вес тела</b>	
$P = mg$	при равномерном движении
$P = m(g+a)$	при движении вверх с ускорением
$P = m(g-a)$	при движении вниз с ускорением
<b>4. Сила трения</b>	
$F = \mu N$	$\mu$ – коэффициент трения $N$ – сила реакции опоры
<p>Примечание. При решении задач считаем, что все силы приложены к центру тяжести тела. Также стоит обратить особое внимание на применение второго закона Ньютона.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прежде всего, необходимо сделать к задаче рисунок.</li> <li>2. Расставить все силы, действующие на каждое тело.</li> <li>3. Указать направление скорости и ускорения.</li> <li>4. Записать уравнение второго закона Ньютона в векторной форме:           <math display="block">\sum \vec{F} = m\vec{a}</math> </li> </ol> <p>Геометрическая сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы тела, на приобретаемое им ускорение.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Записать уравнения второго закона Ньютона в скалярном виде, на выбранные направления осей <math>X</math> и <math>Y</math>.</li> </ol> <p>Примечание. Если в движении находится не одно, а несколько связанных между собой тел, то необходимо для каждого тела отдельно выполнить все вышеуказанные действия и решить полученную систему уравнений.</p>	
<b>Третий закон Ньютона</b>	
$\vec{F}_1 = \vec{F}_2$ или $m_1\vec{a}_1 = -m_2\vec{a}_2$	
<b>Закон всемирного тяготения</b>	
$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$	$G$ – гравитационная постоянная $m_1 m_2$ – массы взаимодействующих тел $R$ – расстояние между телами
<b>Сила тяжести на высоте <math>h</math> от поверхности планеты</b>	
$F = G \frac{Mm}{(R_0 + h)^2}$	$G$ – гравитационная постоянная $M$ – масса планеты $m$ – масса тела $R_0$ – радиус планеты $h$ – расстояние от планеты до тела
<b>Первая и вторая космические скорости</b>	
$v_{к1} = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$	$v_{к2} = \sqrt{2v_{к1}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$