

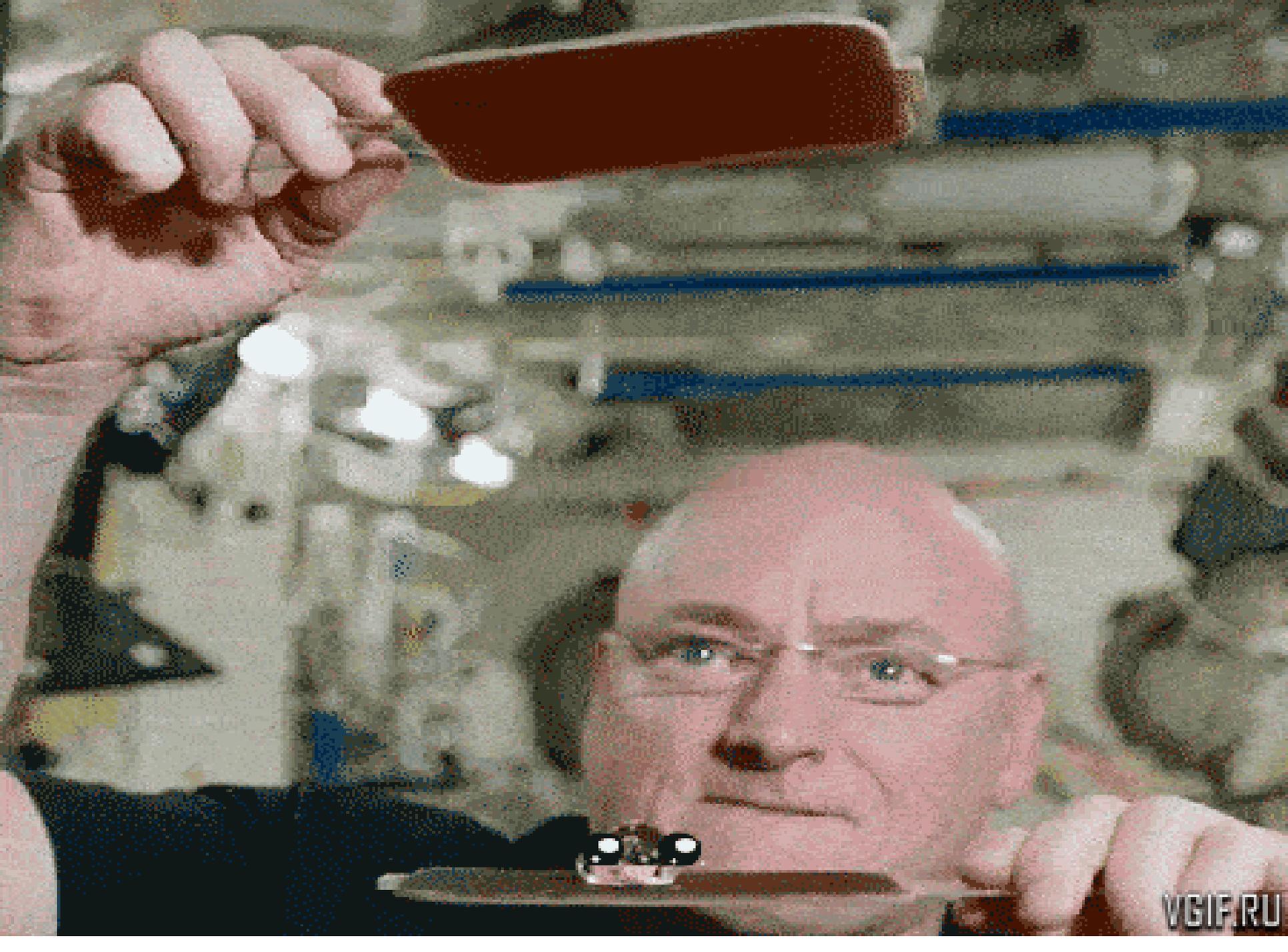
# Вес тела. Невесомость. Перегрузка.

## (Урок естествознания в 5 классе).

г. Москва, Восточный округ. АНО ОО «Русская Международная Школа». (Ловцова Анжелика Фёдоровна-учитель физики и астрономии).











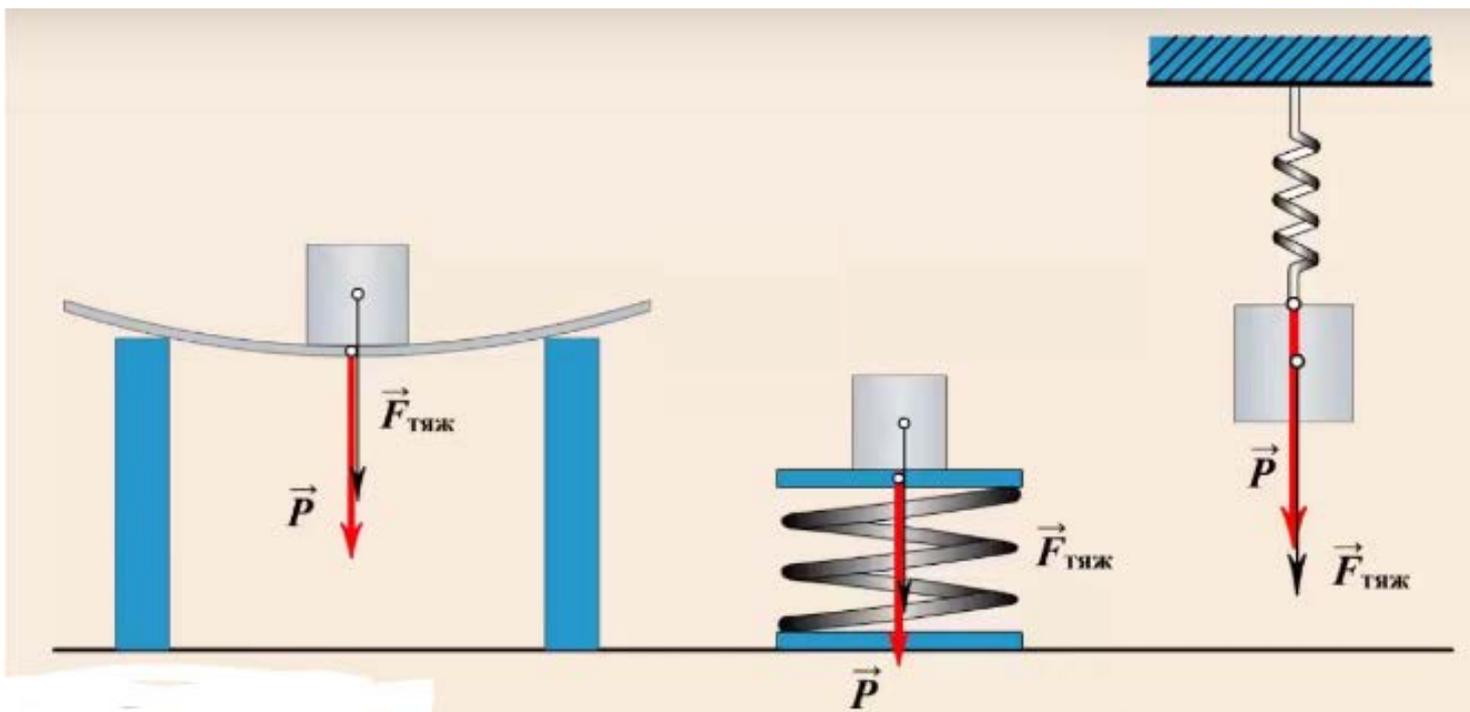
# *Обрати внимание!*

- *Запомни! Масса и вес — это не одно и то же!*
- *Масса зависит от количества вещества в теле. Чем больше атомов и молекул содержится в теле, тем больше его масса. Вес — это сила, с которой тело давит на ту поверхность, на которой оно находится, или сила, с которой тело натягивает подвес, на котором оно висит.*

**Вес тела** – это сила, с которой тело в результате притяжения его к Земле действует на опору или подвес, удерживающие это тело от свободного падения.

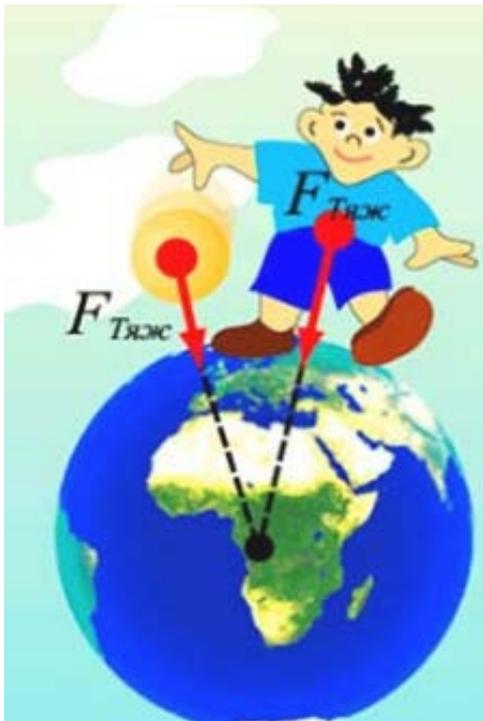
Обозначение веса -  $P$ ,

единица измерения - **1 Ньютон**.



Мы уже знакомы с силой тяжести. Напоминаем:

**Сила тяжести** - сила гравитации, с которой Земля ( или другое космическое тело: звезда, планета) притягивает тело, находящееся на её поверхности или вблизи неё.



Согласно закону всемирного тяготения:

$$F = G \frac{M m}{R^2} \quad F = mg$$

M - масса Земли, m - масса тела,  
R - радиус Земли

Согласно второму закону Ньютона:

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

Ускорение свободного падения на высоте h:

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

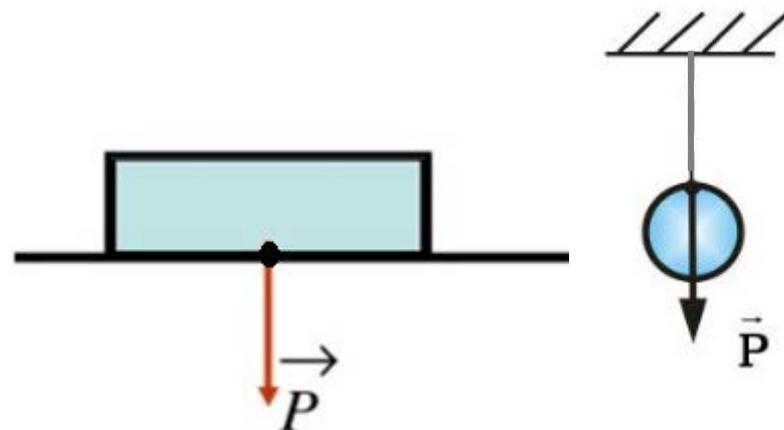
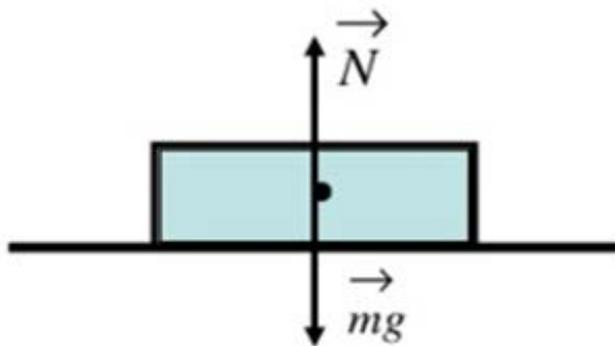
- Сравним силу тяжести и вес тела, рассмотрев таблицу на следующем слайде

# Сила тяжести

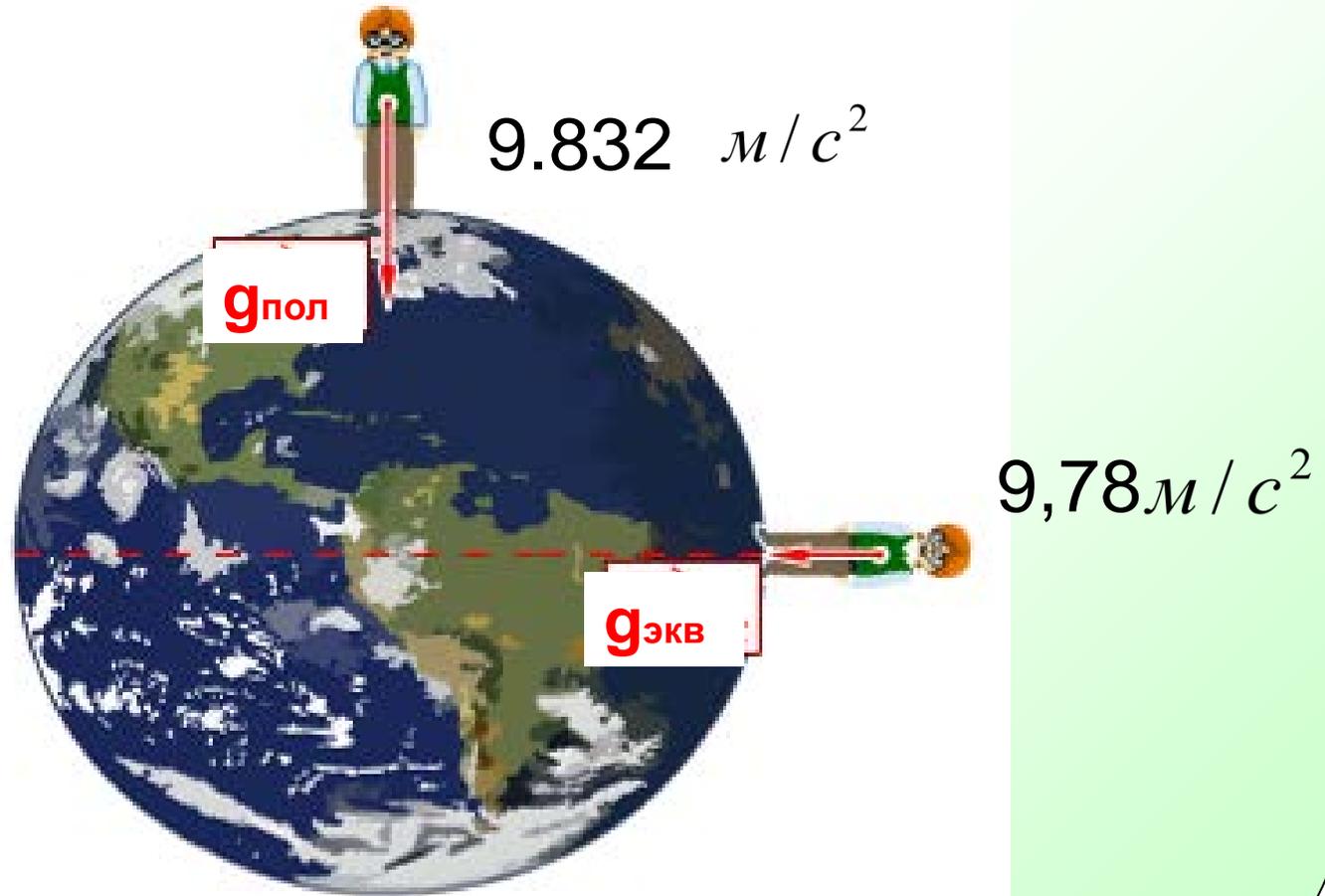
# Вес тела

Точка приложения	Приложена к центру тела	Приложен к подвесу или опоре, на которое тело давит
Направление СИЛЫ	Направлена вертикально вниз к центру Земли	Направлен перпендикулярно поверхности, вдоль подвеса
Природа силы	гравитационная	электромагнитная

Рисунок



**Чем больше ускорение свободного падения, тем больше вес тела,  
т.е.  $P \sim g$**

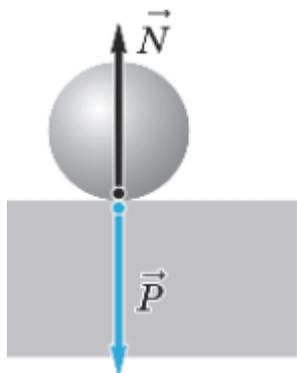


## **Вывод:**

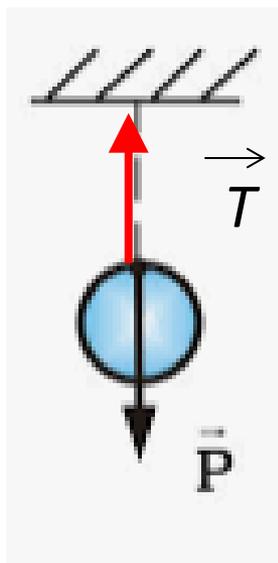
***Вес тела можно изменить, если:***

- 1. Перелететь на другую планету**
- 2. Удалиться от поверхности планеты или подняться высоко в горы**
- 3. Переместиться на другую широту Земли (с экватора на полюс)**
- 4. Погрузить тело в жидкость**
- 5. Двигаться с ускорением вверх или вниз**

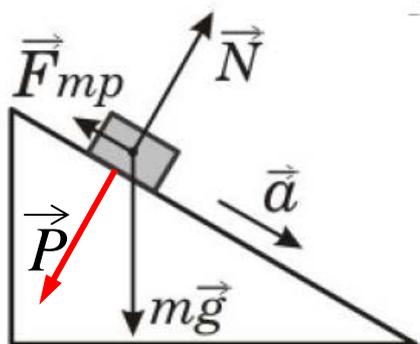
# Вес тела по III закону Ньютона равен силе реакции опоры, силе натяжения нити или силе упругости пружины:



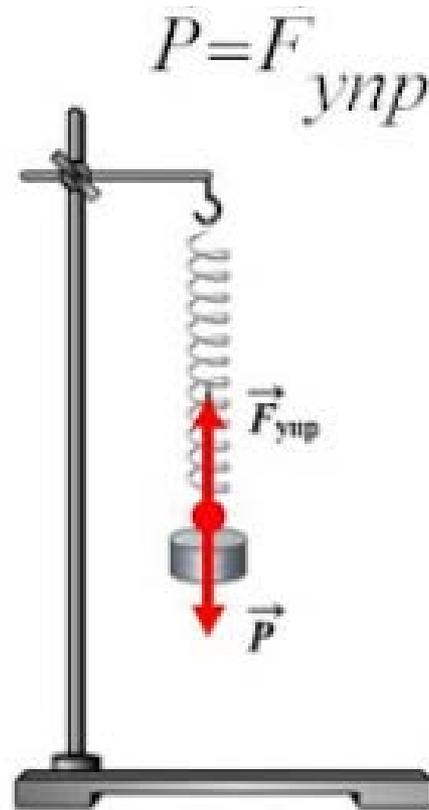
$$P = N$$



$$P = T$$



$$P = N$$



# Вес тела равен силе тяжести (т.к. $F_{\text{тяж}}$ равна $N$ , $T$

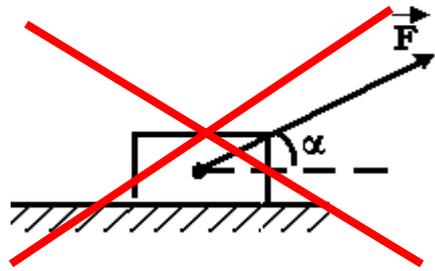
или  $F_{\text{упр}}$ , если тело:

- находится в покое
- движется равномерно и прямолинейно
- движется равноускоренно и прямолинейно по горизонтальной поверхности

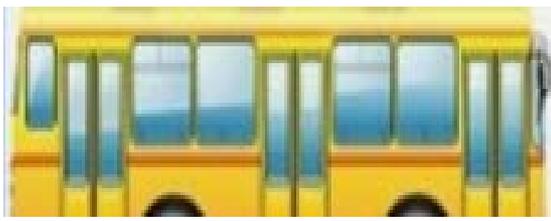
$$P = mg$$



Во всех перечисленных случаях на тело не должна действовать сила, направленная под углом к горизонту, так как она будет или приподнимать или сильнее прижимать тело к поверхности.



$v = 0$



$\rightarrow$   
 $v = \text{const}$

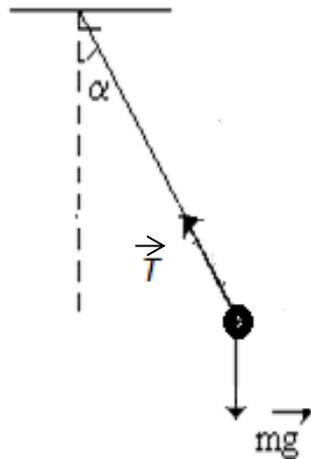
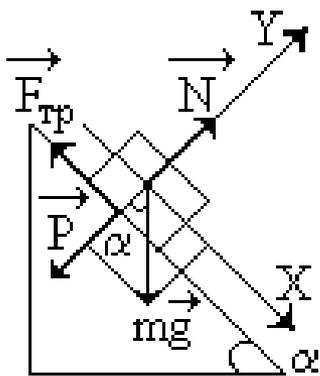


$\leftarrow$   
 $\vec{a}$

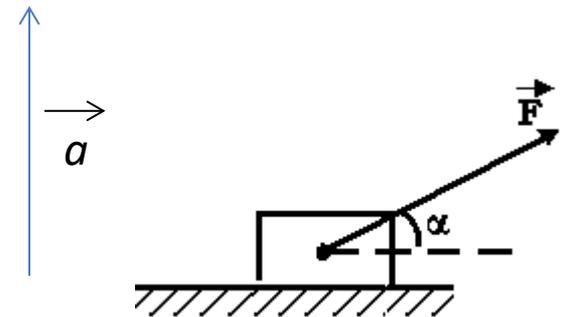


# Вес тела не равен силе тяжести (т.к. $F_{\text{тяж}}$ не равна $N$ , $T$ или $F_{\text{упр}}$ ), если оно:

- движется по наклонной поверхности
- движется ускоренно по вертикали вниз или вверх
- колеблется на подвесе (отклонено от положения равновесия)
- находится на горизонтальной поверхности и на него действует сила, направленная под углом к горизонту



Человек в лифте

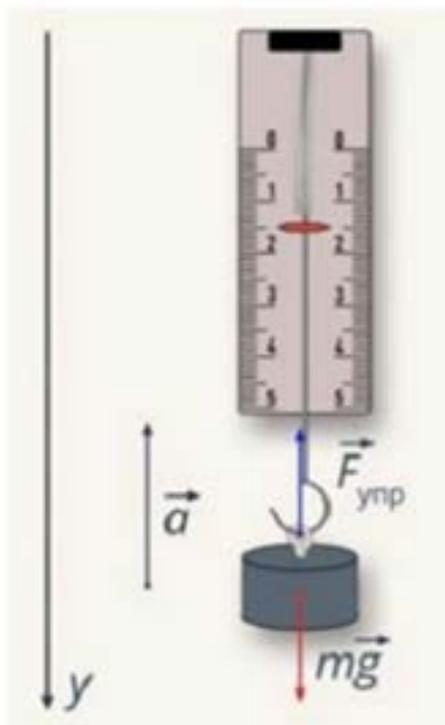


# Выведем формулы для нахождения веса тела, движущегося с вертикальным ускорением



Рассмотрим случай, когда тело с грузиком движется с ускорением, направленным вверх.

Стрелка динамометра покажет значение веса тела большее, чем покоящегося груза.



Изобразим на рисунке силы, приложенные к грузику, ускорение и ось. По II закону Ньютона получаем:

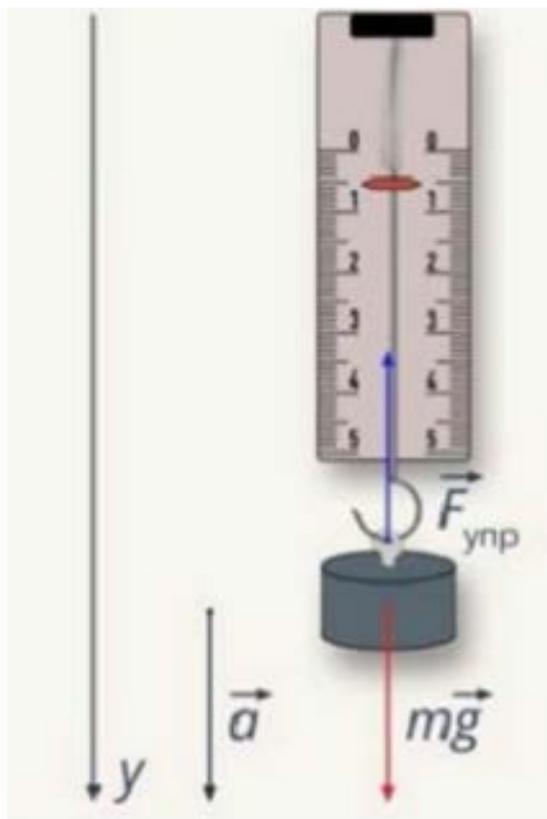
$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g}$$

$$-ma = -F_{\text{упр}} + mg$$

$$P = F_{\text{упр}}$$

$$P = mg + ma = m(g + a)$$

Рассмотрим случай, когда динамометр и прикрепленное к его пружине тело движутся вниз с некоторым ускорением, но не совершают при этом свободного падения. Показания динамометра уменьшатся по сравнению с показаниями при неподвижном грузе и пружине, значит, вес тела стал меньше, чем он был в состоянии покоя.



Изобразим на рисунке силы, приложенные к грузику, ускорение и ось. По II закону Ньютона получаем:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g}$$

$$ma = mg - F_{\text{упр}}$$

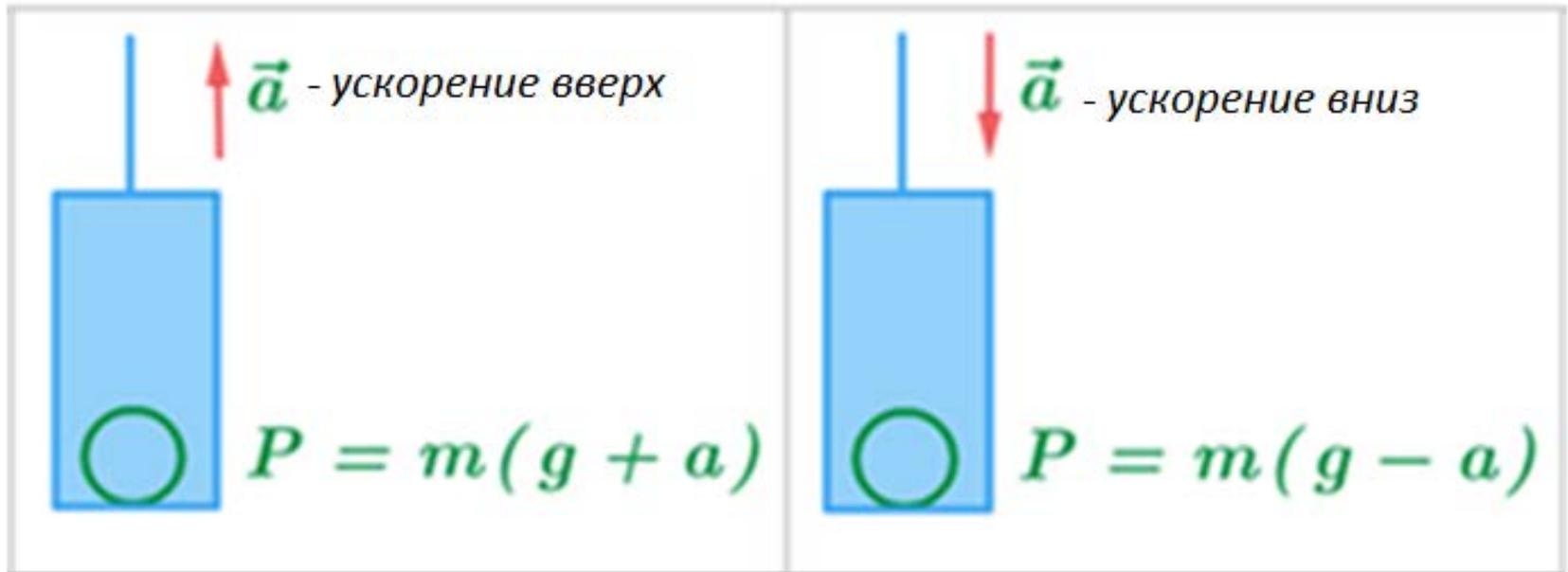
$$F_{\text{упр}} = mg - ma$$

$$P = F_{\text{упр}}$$

$$P = mg - ma = m(g - a)$$

# Вывод

Вес тела, движущегося со своей опорой или подвесом с вертикальным ускорением равен:



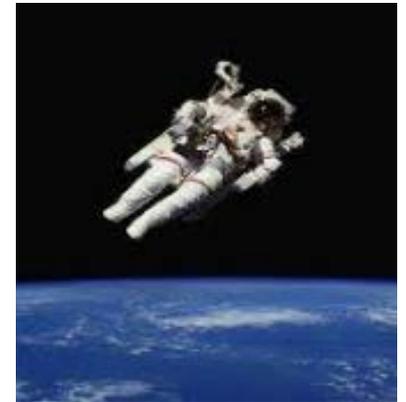
**Важнейшая особенность веса –**

**его значение зависит от ускорения,  
с которым движется опора.**

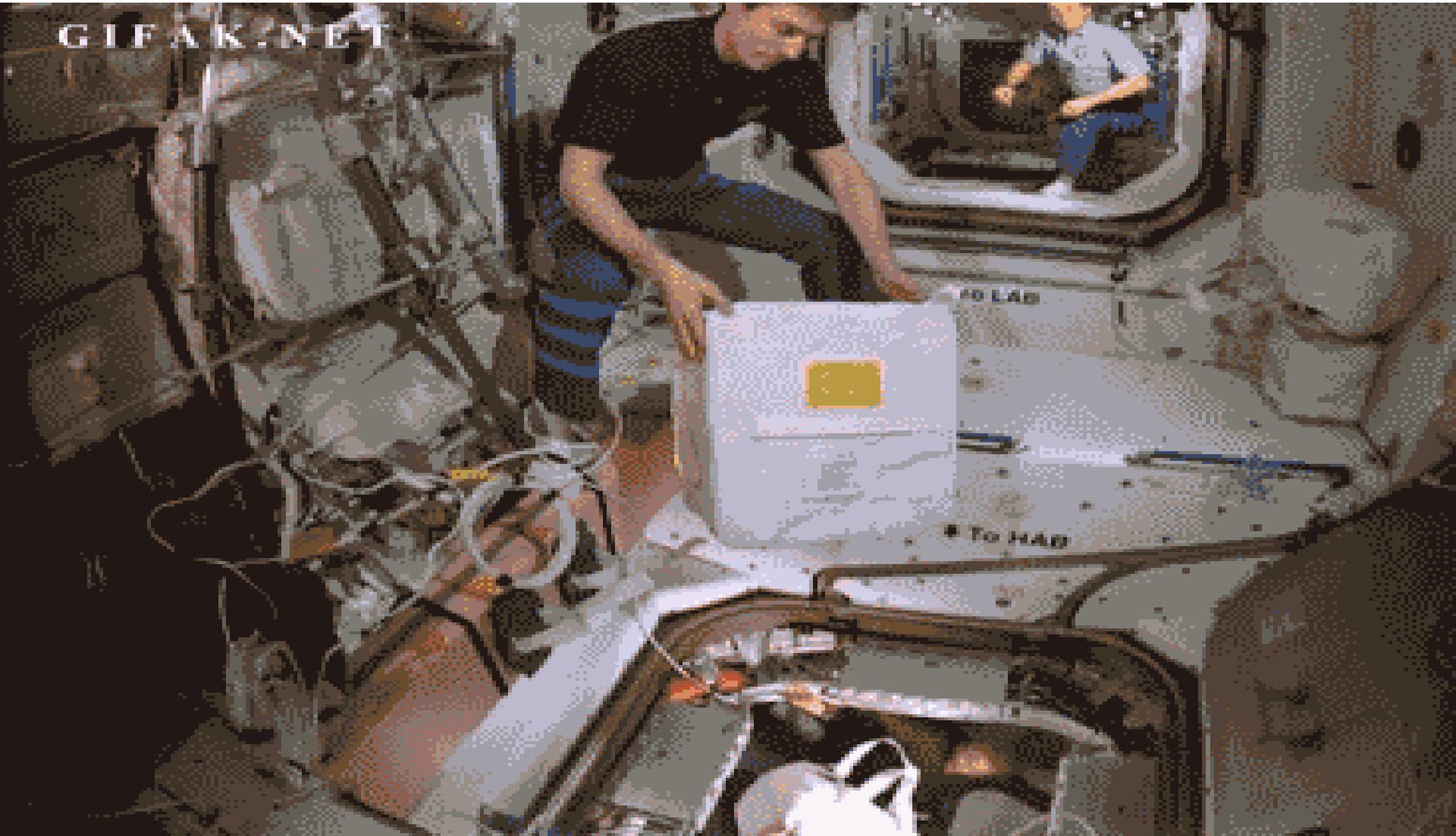
# Невесомость. Перегрузка

**Состояние невесомости** - это состояние, в котором находится материальное тело, свободно движущееся в поле тяготения Земли (или другого небесного тела) под действием только силы тяжести.

При невесомости тело не давит на опору и не растягивает подвес, т. к. находится в свободном падении.



**Невесомость** — состояние, при котором сила взаимодействия тела с опорой (вес тела), возникающая в связи с гравитационным притяжением, пренебрежимо мала. В таком состоянии все знакомые нам вещи кажутся странными и необычными.



**К силе тяжести приспособились все живые существа на Земле. Под её воздействием протекают все процессы в мире живой и неживой природы.**

**Проникновение человека в космос сопровождается невесомостью – состоянием, при котором сила тяжести отсутствует.**



# Невесомость в космосе

**Космические станции дают уникальную возможность не только наблюдать, но и проводить различные эксперименты и технологические операции в состоянии невесомости. Это ведёт не только к обнаружению новых физических эффектов, но и к пониманию путей эволюции на Земле.**

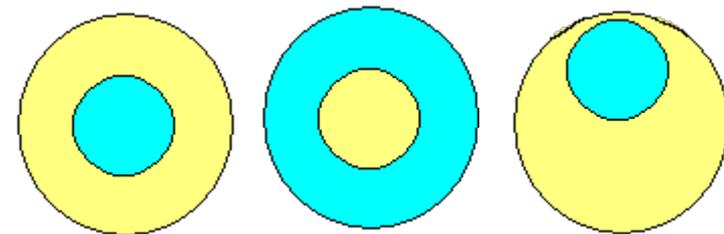


# Жидкость в условии невесомости

**В невесомости не действуют сила тяжести, выталкивающая сила. Поэтому действие капиллярных сил приводит к образованию сферических поверхностей.**

**Однако, управлять такой жидкостью совсем непросто: она подвижна, неустойчива, её трудно собрать, т.к. она не течёт вниз под действием собственного веса.**

Возможное расположение жидкости и газа, заполняющих сферический сосуд, в невесомости.



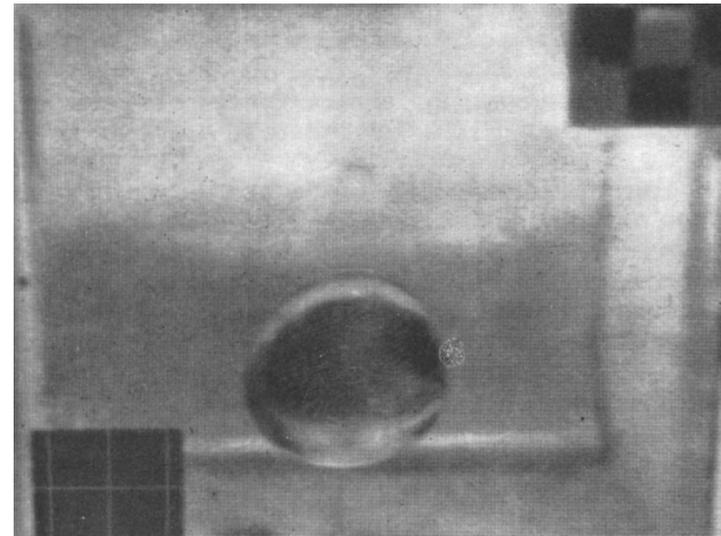


# Изучение невесомости на Земле

**На Земле невесомость получают, компенсируя силу тяжести выталкивающей силой в воде, или при помощи магнитного поля.**

**Физическое и математическое моделирование процессов в невесомости дополняет исследования, проводимые на орбите.**

В солёной воде «подвешена»  
капелька масла.



# Искусственная невесомость



# Эксперименты на орбите

**В настоящее время в космосе проводятся различные эксперименты, направленные на изучение жизнедеятельности живых организмов в условиях невесомости, решаются задачи получения химически чистых материалов, идеальных кристаллов, биологически активных веществ, т.е. закладываются основы индустриализации космоса, о которой говорил К.Э.Циолковский.**



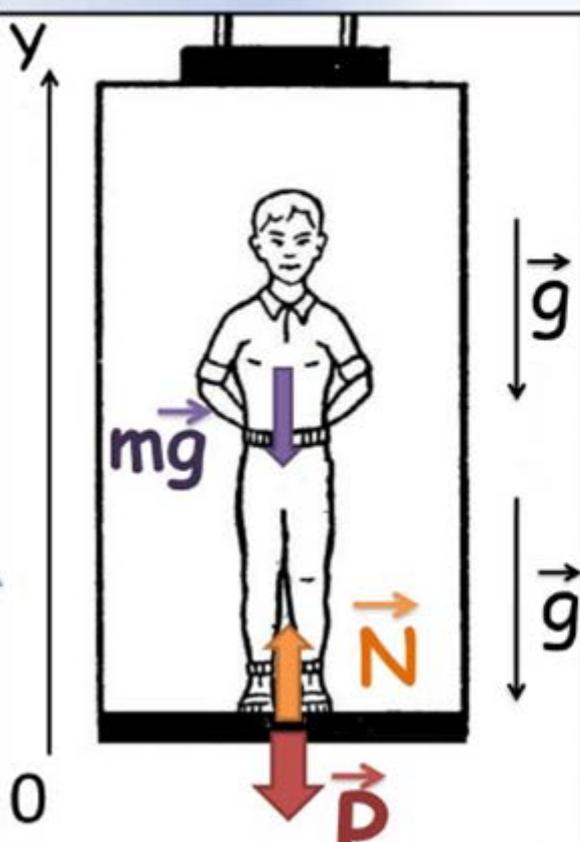


4GIFs  
.com

Рассмотрим условие достижения невесомости.

- Если опора движется вместе с телом с ускорением, равным ускорению свободного падения, и направленным по вниз, то вес тела равен 0, то есть тело не давит на опору. Докажем это.

**Вес тела, движущегося с ускорением  $g$  вертикально вниз (свободное падение)**



По II закону Ньютона:  
 $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$

II закон Ньютона в виде проекций на ось  $OY$ :

-  $mg = N - mg$

$N = P$  (III з-н Ньютона)

-  $mg = P - mg$

$P = mg - mg$

**$P = 0$**

**невесомость**

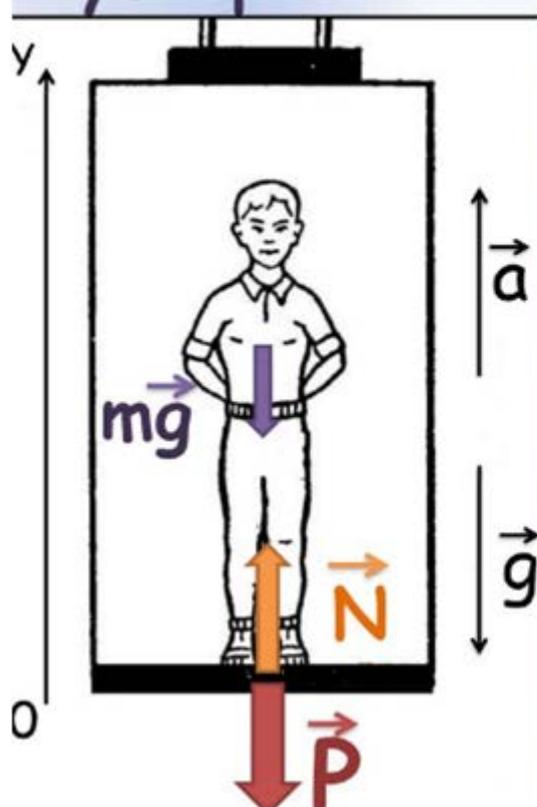
# Вывод:

**наступление состояния невесомости означает**, что тела не давят на опоры и, следовательно, на них не действует сила реакции опоры. Все происходит так, как если бы притяжение к Земле исчезло.



**Перегрузка** – увеличение веса тела при его движении с ускорением, направленным вертикально вверх.  
При перегрузке вес тела становится больше силы тяжести.

**Вес тела, движущегося с ускорением вертикально вверх**



По II закону Ньютона:  
 $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$   
II закон Ньютона в виде проекций на ось OY:  
 $ma = N - mg$   
 $N = P$  (III з-н Ньютона)  
 $ma = P - mg$   
 $P = ma + mg$   
 **$P = m(a + g)$**   
 $P > mg$  - перегрузка





Одна из интересных особенностей воздействия невесомости на организм человека - это увеличение роста. Из-за невесомости ослабевают мышцы, обеспечивающие плотное прилегание позвонков друг к другу, мышечный корсет постепенно атрофируется, позвоночный столб теряет свои естественные изгибы. Чтобы минимизировать эти эффекты, космонавты во время пребывания на космической станции одеты в специальные костюмы «Пингвин», которые тонизируют мышцы и специальными встроенными амортизаторами создают нагрузку на опорно-двигательный аппарат.

**Профилактический  
нагрузочный костюм  
"ПИНГВИН - 3"**



**В среднем космонавты вырастают за время работы в космосе на 3-5 см. Это создает определенные сложности.**

Дело в том, что для возвращения космонавтов на Землю в посадочной капсуле устанавливается ложемент, который отливается для каждого космонавта индивидуально, с подгонкой до миллиметра. Несоответствие размеров ложемента росту космонавта может угрожать его безопасности. В интервью «Российской газете» Валерий Богомолов рассказывал о том, как в спешном порядке однажды пришлось убирать лишний рост бортинженеру МКС-30 Анатолию Иванишину. И это не единичный случай.



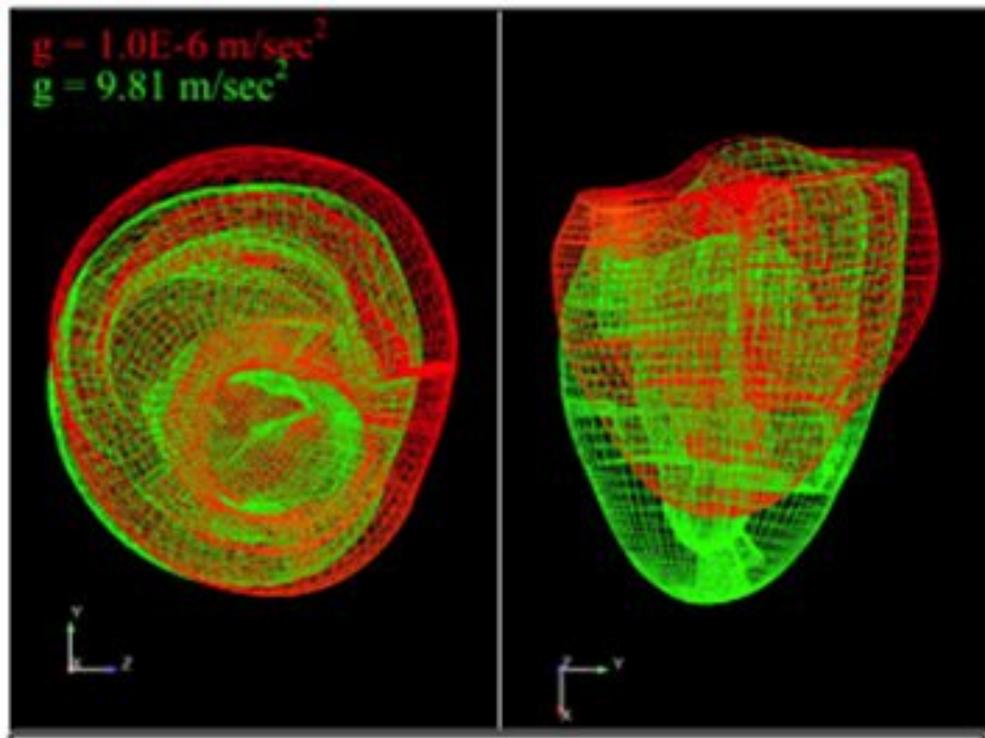
Влияет невесомость и на процессы старения организма. Исследование, опубликованное в журнале The FASEB в августе прошлого года показали, что **ускоренное старение в условиях невесомости** связано даже не с процессами, происходящими с опорно-двигательным аппаратом, а с эндотелиальными клетками, которые выстилают изнутри все сосуды человека. Всё это прямым образом влияет на сердечно-сосудистую систему человека. Главный редактор журнала The FASEB Геральд Вейсманн сказал, что человек эволюционировал в условиях гравитации, которая использовалась для регулирования биологических процессов. Без гравитации, подчеркнул Вейсманн, ткани теряются и быстро стареют.



Невесомость губительным образом влияет на состояние костей человека, кости теряют кальций и постепенно разрушаются. **За один месяц пребывания в невесомости костная масса у космонавтом может снизиться на 1-2 %.** Это происходит из-за нарушения фосфорного обмена, а также из-за того, что организму нет необходимости поддерживать тело и он почти перестает вырабатывать костный материал. Этот синдром получил название космической остеопатии.



Необходимо сказать и о том, что **избыток кальция в крови может негативно сказываться на почках.** К счастью, при возвращении на Землю космонавты снова набирают костную массу, но долгое пребывание в невесомости может сказаться на здоровье человека самым фатальным образом. Так, за время трехлетнего путешествия на Марс, космонавт может потерять до 50% костной массы, вернуться на Землю и восстановиться он больше не сможет.



**Анализ снимков показал, что в условиях невесомости сердце округляется на 9,4 %.**

Круглое сердце Коль идет речь об атрофии мышц в космосе, то необходимо сказать и о главной мышце организма - сердце. Тем более, что не так давно НАСА провело исследование, давшее очень интересные результаты. Оказалось, что сердце не только ослабевает и уменьшается в объемах, но и... округляется. Во время проведения исследования, кардиологи НАСА изучали сердца 12 космонавтов, работавших на МКС.



Впрочем, при возвращении на Землю сердце в течение полугода возвращает свою обычную форму и возобновляет «земную» активность. Чтобы представить снижение активности работы сердца, достаточно сказать, что **полторомесячное лежание на кровати равнозначно недельной работе в условиях невесомости.**



Как Вы уже поняли, жизнь в невесомости мало похожа на сказку, но если на Земле человек может дать себе психологическую разгрузку просто заплакав, то в состоянии невесомости это невозможно. Слезы не только не польются ручьем, они даже не покинут глаз. Шарики из слез останутся внутри и будут не только затруднять зрение, но и ухудшать его, вызывая жжение. **Для того, чтобы удалять из глаз лишнюю влагу, космонавты используют специальные "совочки".**

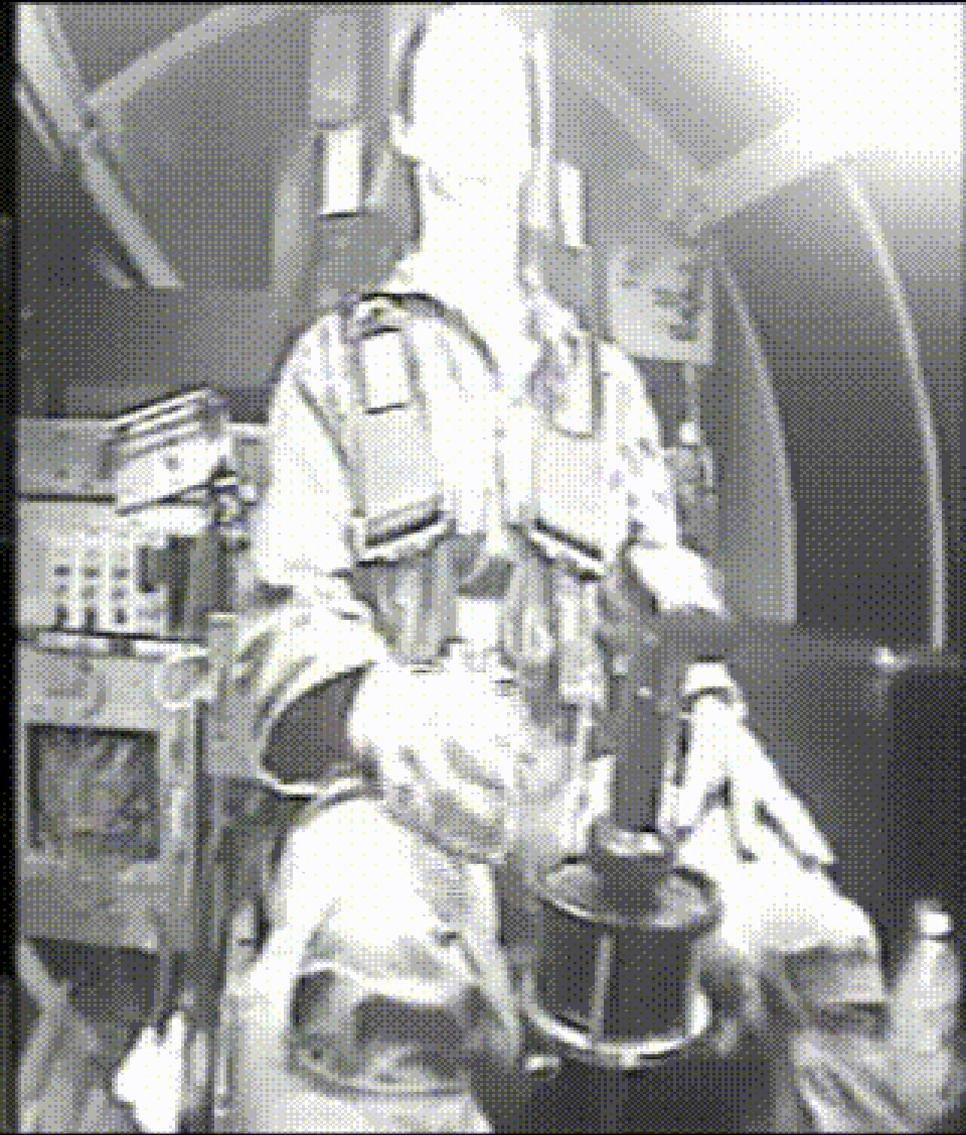
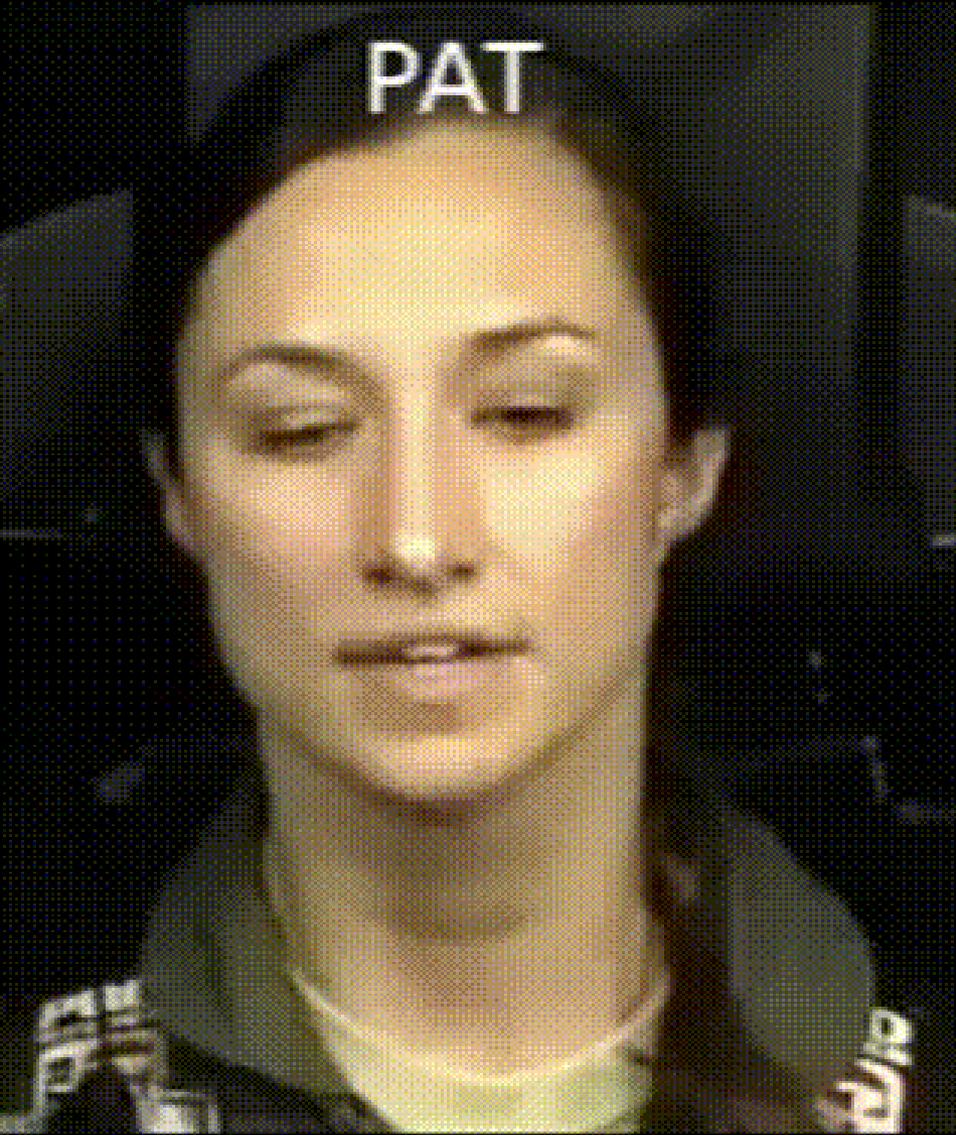
# Примером перегрузки может быть выход пилота из пике.

- В нижней точке, его центростремительное ускорение будет направлено вверх, что приведет к увеличению веса пилота. Пилоты истребителей испытывают перегрузки до  $30g$ . Перегрузки часто измеряются в единицах измерения  $g$ .
- То есть, например, перегрузка  $5g$  означает, что вес пилота увеличился в 5 раз (в состоянии покоя наша перегрузка равна  $g$ ).
- Иногда перегрузку обозначают буквой  $n$ , и она является безразмерной величиной, равной отношению ускорения движения к ускорению свободного падения.

G- 1.59

18-09-17 13:17:10

PAT



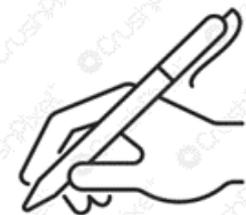
# Что происходит при увеличении перегрузок с 1,5 g до 7 g.

- При положительной перегрузке – вектор перегрузки от головы к ногам – кровь уходит от головы в ноги, что приводит к тому, что человек постепенно теряет сознание. Обратите внимание, как на гифке, чтобы не потерять сознание, она начинает стимулировать мышцы ног, чтобы вытолкнуть кровь обратно к голове.
- Но ещё хуже для человека отрицательные перегрузки, при которых увеличивается приток крови к голове. Это вызовет прилив крови в мозг и глаза – где отёки совсем не хорошо. Кровеносные сосуды в этих местах могут легко разрываться, и в результате возникает временная слепота и даже геморрагический инсульт или кровоизлияние в мозг.

При столкновении автомобиля с неподвижной преградой сидящий в автомобиле человек испытает перегрузку спина - грудь. Такая перегрузка переносится без особых трудностей. Обычный человек может выдерживать перегрузки до 15 g около 3-5 секунд без потери сознания. Перегрузки от 20-30 g и более человек может выдерживать без потери сознания не более 1-2 секунд и зависимости от величины перегрузки.

- По данным медиков, головной мозг человека может выдержать перегрузки около 150 g, если они действуют на мозг не более 1–2 мс; со снижением перегрузок растет время, в течение которого человек может их испытывать, а перегрузка 40 g даже при длительном воздействии считается относительно безопасной для головы.
- Безопасной считается перегрузка до 72 g, в промежуточную «красную» зону попадают перегрузки от 72 до 88 g, а при превышении 88 g травма головы считается высоковероятной. Немаловажной в методике является и оценка давления, действующего на грудь человека: безопасным считается сжатие грудной клетки на 22 мм, предельным – сжатие на 50 мм.

- **Творческая домашняя работа(дифференцированно):**
- 1. Составить кроссворд, используя слова: притяжение, сила, масса, невесомость, скорость.
- 2. Придумать сказку о том, что было бы, если бы исчезла сила тяжести.
- 3. Подготовить сообщение о великом ученом Исааке Ньютоне.
- 4. Определить силу тяжести, которая действует на вас в районе вашего дома.
- 5. Подготовить сообщение о силе тяжести на других планетах: Марсе, Венере, Юпитере и др.
- . Решить занимательные задачи из книги «Физика» Григория Остера
- 1. О том, что на борту космического корабля царит невесомость, знают все.  
А вот Вовочка утверждает, что он находится в состоянии невесомости на перемене в школе по сто раз в день. Ну и врун, правда или нет?
- 2. Какую силу должен прилагать пятиклассник Витя Сидоров, чтобы одной рукой держать за шивороты в воздухе трех первоклассников, общая масса которых 53 кг?
- Разобрать материал презентации, сделать конспект по презентации в тетради.
- Выучить определения: вес тела, невесомость, перегрузка.



# Используемые источники.

- [перегрузки в космосе гиф](https://dzen.ru/a/Xlkn0nCTTzKOfxn3)
- [https://monoreel.ru/Перегрузка \(летательные аппараты\)](https://monoreel.ru/Перегрузка%20(летательные%20аппараты))
- <https://bernow.ru/pregnancy-planning/kakie-peregruzki-ispytyvayut-piloty-istrebitelei-peregruzki.html>
- <https://spb-spr.ru/bankrotstvo/что-такое-перегрузка-9-г-перегрузки-в-авиации-и-физическая.html>
- <https://status-lady.ru/maksimalnaya-peregruzka-kotoruyu-vyderzhal-chelovek-edinicy.html>
- <https://foxford.ru/wiki/fizika/ves-tela>

Спасибо за внимание.

