

# Вес тела

М.Н Гринченко (246-840-069)

ГБСОШ № 515

# Закон всемирного тяготения



Два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной массе каждого из них и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2,$$

где  $F$  – модуль силы гравитационного притяжения между телами с массами  $m_1$  и  $m_2$ , находящимися на расстоянии  $r$  друг от друга.

$G$  – это коэффициент, который называется гравитационной постоянной.

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

Закон всемирного тяготения справедлив для точечных тел (масс), а также для однородных шаров. В последнем случае  $r$  – расстояние между центрами шаров. (щелчок)

Силы гравитационного притяжения проявляются тогда, когда тела или одно из тел имеют огромные массы. Поэтому закон всемирного тяготения главенствует во вселенной.

# Сила тяжести



При применении закона всемирного тяготения для земных условий планету можно рассматривать как однородный шар, а небольшие тела вблизи ее поверхности как точечные массы. Радиус земли обычно полагают приблизительно равным 6400 км. Масса Земли равна  $6 \cdot 10^{24}$  кг.

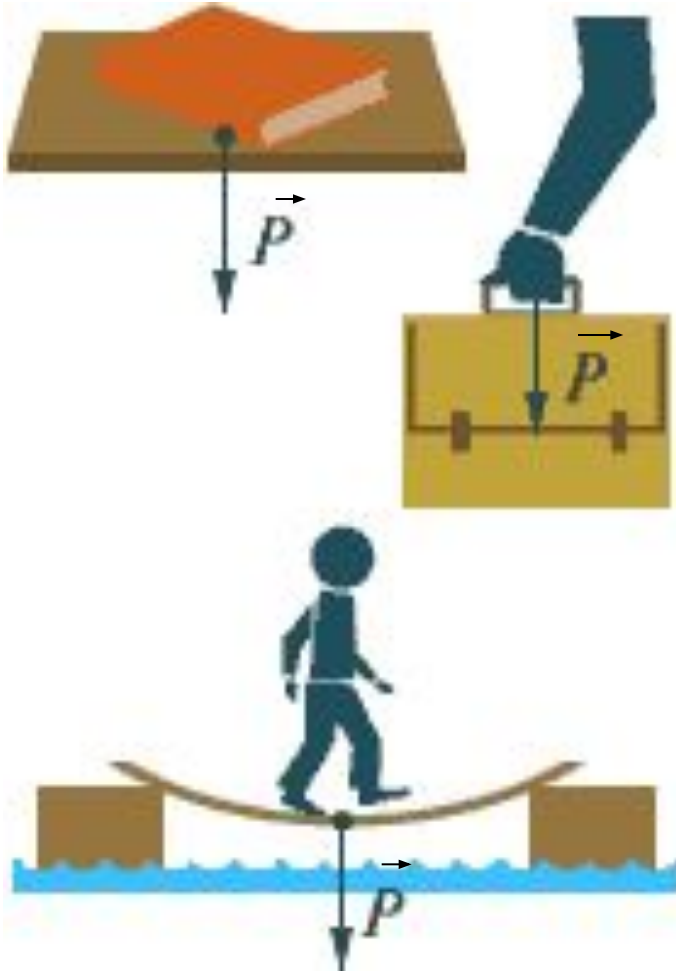
$$\vec{F}_{\text{тяж}} = m\vec{g},$$

где  $\vec{g}$  – ускорение свободного падения.

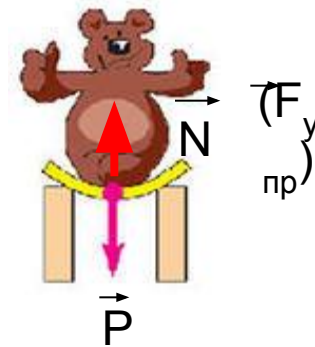
Вблизи поверхности Земли

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2.$$

# Вес тела



Вес тела  $\vec{P}$  – сила, с которой это тело действует на горизонтальную опору или растягивает подвес.



Сила реакции опоры  $\vec{N}$  ( $\vec{F}_{\text{упр}}$ ) приложена не к опоре, а к находящемуся на ней телу. Модуль силы реакции опоры  $N$  равен модулю веса  $P$  по третьему закону Ньютона. Вес тела – частный случай проявления силы упругости.

# Отличие силы тяжести от веса тела

Пусть цилиндр находится на горизонтальной опоре. На него действуют сила тяжести  $\vec{F}_{\text{тяж}}$  (щелчок) и сила реакции опоры  $\vec{N}$  (щелчок).

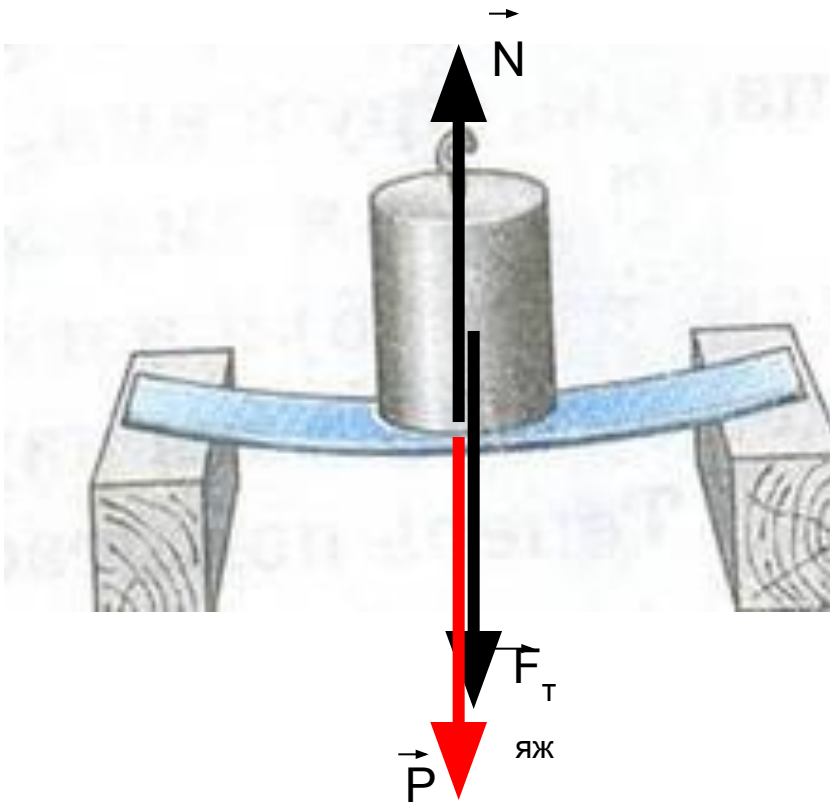
Сила тяжести  $\vec{F}_{\text{тяж}}$  обусловлена взаимодействием цилиндра с Землей. (щелчок)

Вес тела  $\vec{P}$  появляется в результате взаимодействия цилиндра и опоры. **Вес приложен к опоре.**

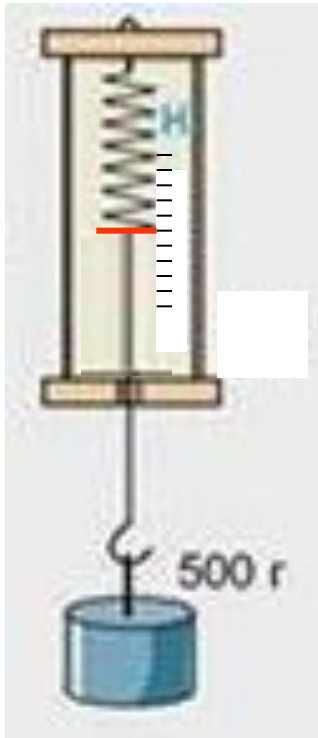
(щелчок)

Важнейшей особенностью веса является то, что его значение зависит от ускорения, с которым движется опора или подвес.

Вес равен силе тяжести только для покоящегося тела (или тела, движущегося с постоянной скоростью). Если же тело движется с ускорением, то вес может быть и **больше**, и **меньше** силы тяжести, и даже **равным нулю**.



# Определение веса тела

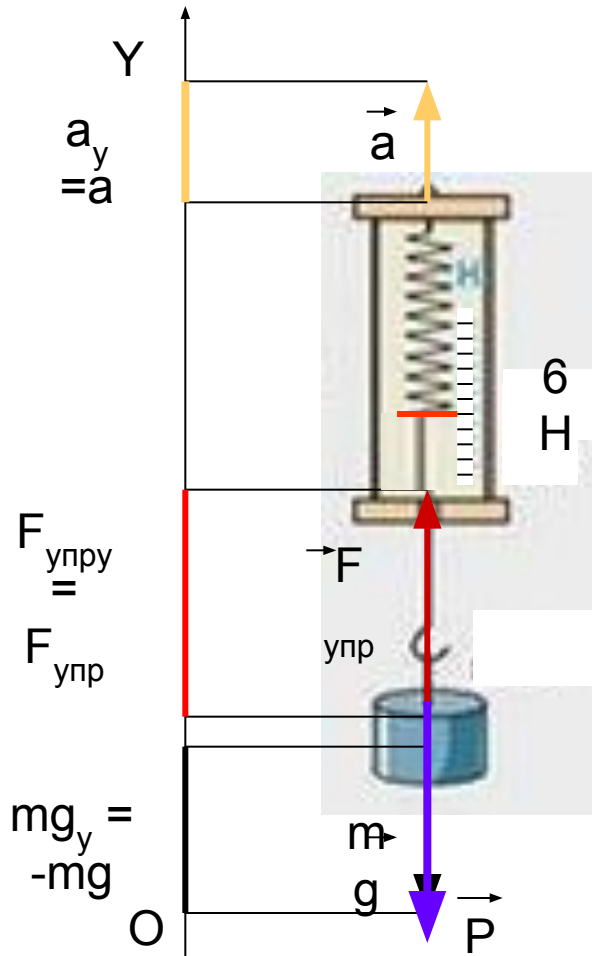


## Задача 1.

Определить вес груза массой 500 г, прикрепленного к пружине динамометра, если:

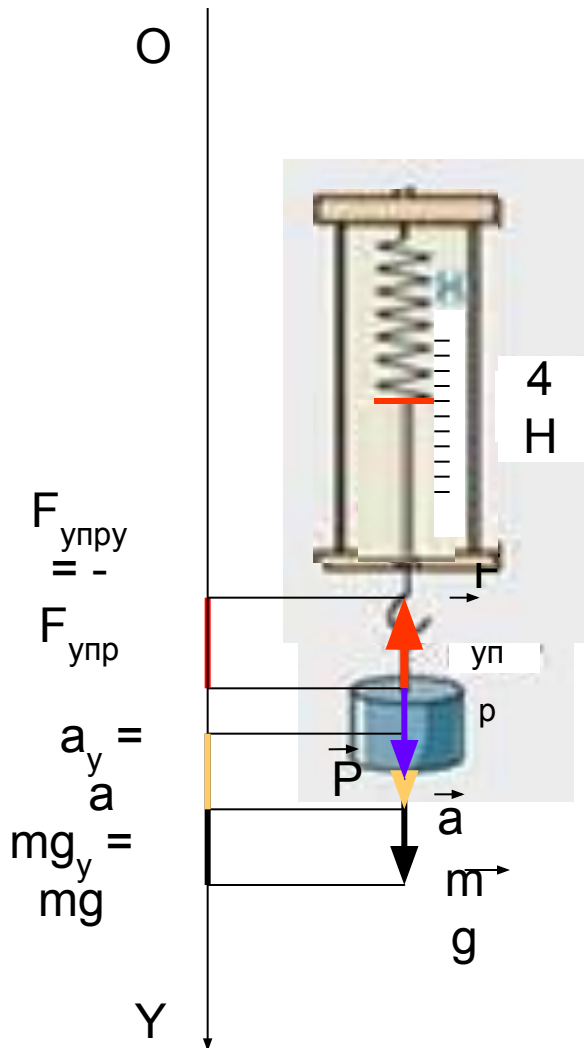
- а) груз поднимают вверх с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ ;
- б) груз опускают вниз с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ ;
- в) груз поднимают равномерно вверх;
- г) груз свободно падает.

# а) груз поднимают вверх с ускорением $2 \text{ м/с}^2$



1. Обозначим силы, действующие на груз: (щелчок)  
силу тяжести  $m\vec{g}$  и силу упругости со стороны пружины  $\vec{F}_{\text{упр}}$ .
2. Обозначим направление вектора ускорения  $\vec{a}$ . (щелчок)
3. Запишем второй закон Ньютона:  
(1)  $\vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$ .
4. Направим ось OY по направлению ускорения. (щелчок)
5. Спроецируем уравнение (1) на ось OY: (Щелчок)  
(2)  $F_{\text{упр}} - mg = ma$ . (щелчок)
6. Из уравнения (2)  $F_{\text{упр}} = mg + ma$ .  
По третьему закону Ньютона  $F_{\text{упр}} = P$ . (щелчок)  
Следовательно,  $P = mg + ma = m(g + a) = 0,5 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с}^2 + 2 \text{ м/с}^2) = 6 \text{ Н}$ .  
 **$P > mg$ .**

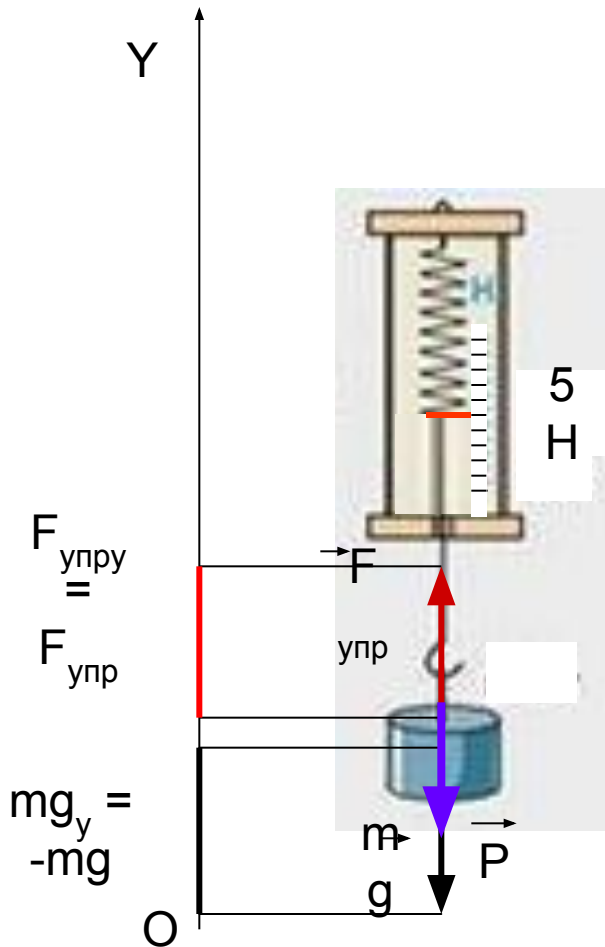
## б) груз опускают вниз с ускорением $2 \text{ м/с}^2$



1. Обозначим силы, действующие на груз:  
(щелчок)  
силу тяжести  $m\vec{g}$  и силу упругости со стороны пружины  $\vec{F}_{\text{упр}}$ .
2. Обозначим направление вектора ускорения  $\vec{a}$ . (щелчок)
3. Запишем второй закон Ньютона:  
(1)  $\vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$ .
4. Направим ось OY по направлению ускорения. (щелчок)
5. Спроецируем уравнение (1) на ось OY:  
(Щелчок)  
(2)  $mg - F_{\text{упр}} = ma$ . (щелчок)
6. Из уравнения (2)  $F_{\text{упр}} = mg - ma$ .  
По третьему закону Ньютона  $F_{\text{упр}} = P$ .  
(щелчок)  
Следовательно,  $P = mg - ma = m(g - a) =$   
 $= 0,5 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с}^2 - 2 \text{ м/с}^2) = 4 \text{ Н}$ .  
 **$P < mg$ .**



## в) груз равномерно поднимают вверх



1. Обозначим силы, действующие на груз:

(щелчок)

силу тяжести  $m\vec{g}$  и силу упругости со стороны пружины  $\vec{F}_{\text{упр}}$ .

3. Запишем второй закон Ньютона:

(1)  $F_{\text{упр}} + m\vec{g} = 0$ , так как движение равномерное.

4. Направим ось OY вверх. (щелчок)

5. Спроецируем уравнение (1) на ось OY:

(Щелчок)

(2)  $F_{\text{упр}} - mg = 0$ . (щелчок)

6. Из уравнения (2)  $F_{\text{упр}} = mg$ .

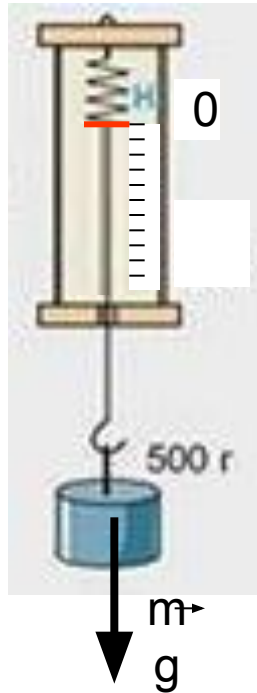
По третьему закону Ньютона  $F_{\text{упр}} = P$ .

(щелчок)

Следовательно,  $P = mg = 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 5 \text{ Н}$ .

$$P = mg.$$

# г) груз свободно падает



(щелчок)

При свободном падении  $\vec{a} = \vec{g}$ .

Воспользуемся результатом решения задачи 1б: (щелчок)

$$P = m(g - a) = 0,5 \text{ кг}(10 \text{ м/с}^2 - 10 \text{ м/с}^2) = 0 \text{ Н.}$$

Состояние, при котором вес тела равен нулю, называют состоянием **невесомости**.

**На тело действует только сила**

**тяжести!**

(щелчок)



Кратковременное  
состояние невесомости

# Выводы (щелчок)

- Вес тела и сила тяжести – разные силы. У них разная природа. Эти силы приложены к разным телам: сила тяжести к телу; вес тела к опоре (подвесу). (щелчок)
- Вес тела совпадает с силой тяжести только тогда, когда тело неподвижно или движется равномерно и прямолинейно, и другие силы, кроме силы тяжести и реакции опоры (натяжение подвеса), на него не действуют. (щелчок)
- Вес тела больше силы тяжести ( $P > mg$ ), если ускорение тела направлено в сторону, противоположную направлению силы тяжести. (щелчок)
- Вес тела меньше силы тяжести ( $P < mg$ ), если ускорение тела совпадает по направлению с силой тяжести. (щелчок)
- Состояние, при котором вес тела равен нулю, называют состоянием невесомости. Тело находится в состоянии невесомости, когда оно движется с ускорением свободного падения, то есть когда на него действует только сила тяжести. (щелчок)

# Задачи для самостоятельного решения

## Задача 2.

Человек массой 80 кг находится в лифте, скорость которого направлена вверх и равна 1 м/с. Ускорение лифта направлено вниз и равно  $2 \text{ м/с}^2$ . Определите вес человека. Влияет ли скорость тела на его вес?

Ответ: 640 Н.

## Задача 3.

Шахтная клеть в покое весит 2,5 кН. С каким ускорением опускается клеть, если ее вес уменьшился до 2 кН?

Ответ:  $2 \text{ м/с}^2$ .