

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 приближенно равным 6400 км. Масса Земли равна $6 \cdot 10^{24}$ кг.

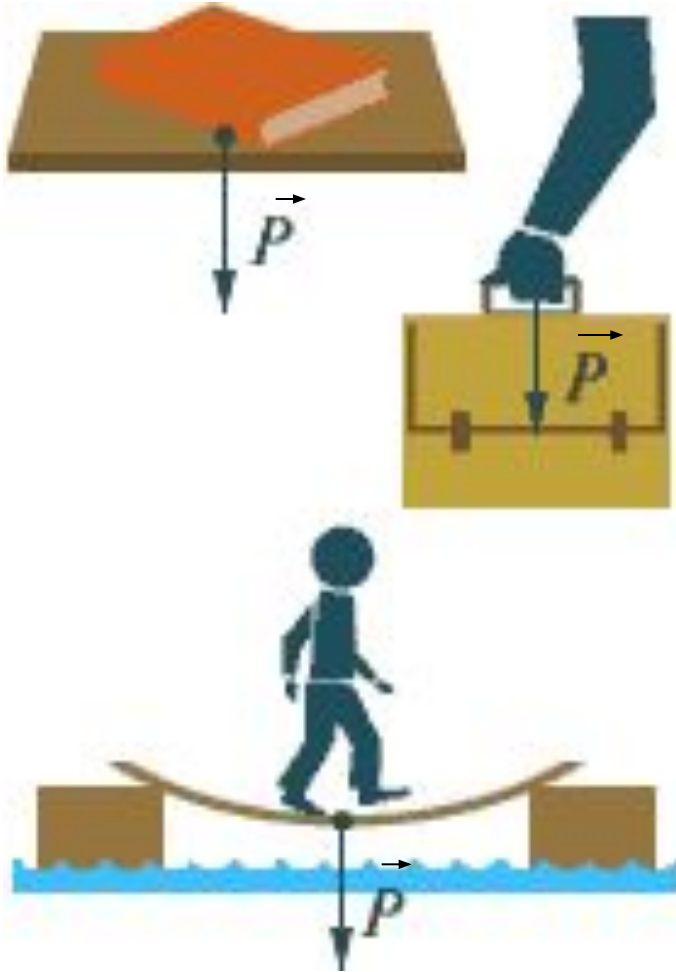
$$\vec{F}_{тяж} = m\vec{g},$$

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

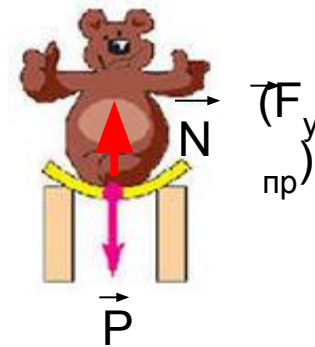
Вблизи поверхности Земли

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

Вес тела

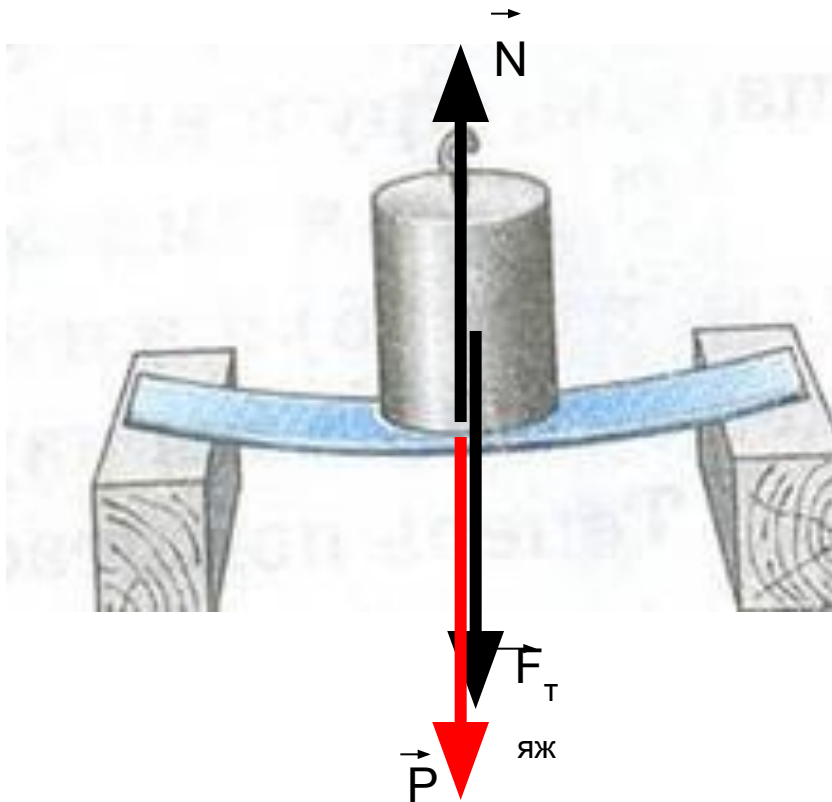


Вес тела $\vec{P}$ – сила, с которой это тело действует на горизонтальную опору или растягивает подвес.



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)

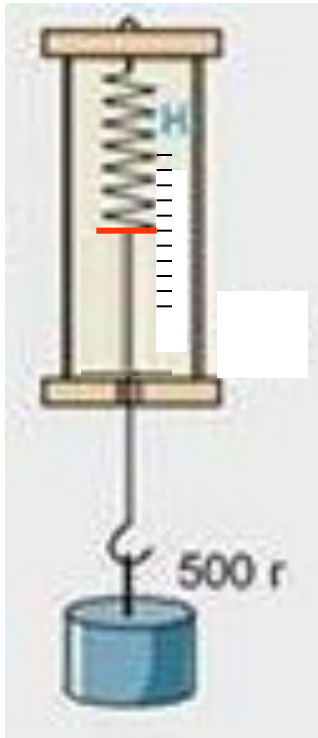
Вес тела $\vec{P}$ появляется в результате взаимодействия цилиндра и опоры. **Вес приложен к опоре.**

(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

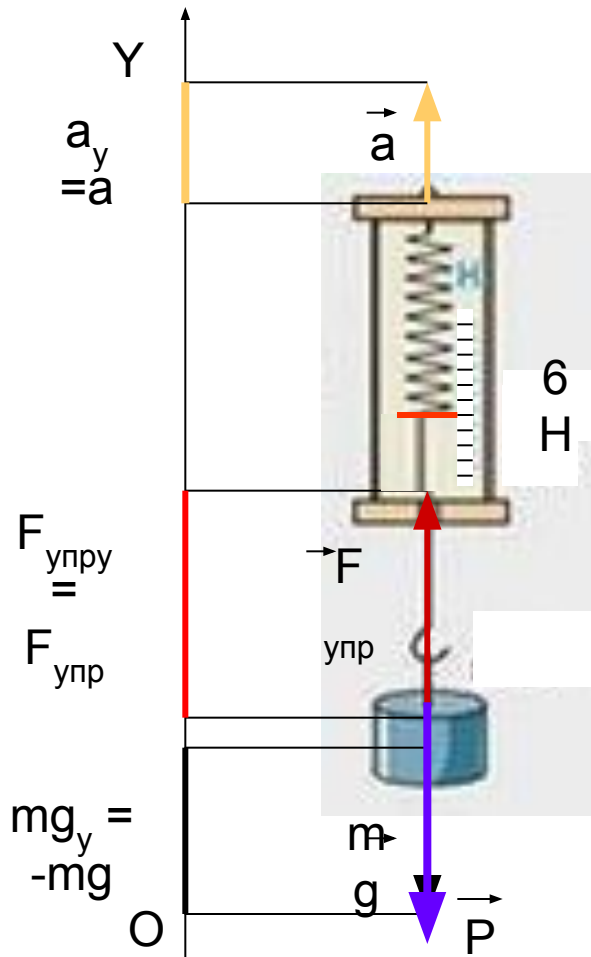


Задача 1.

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

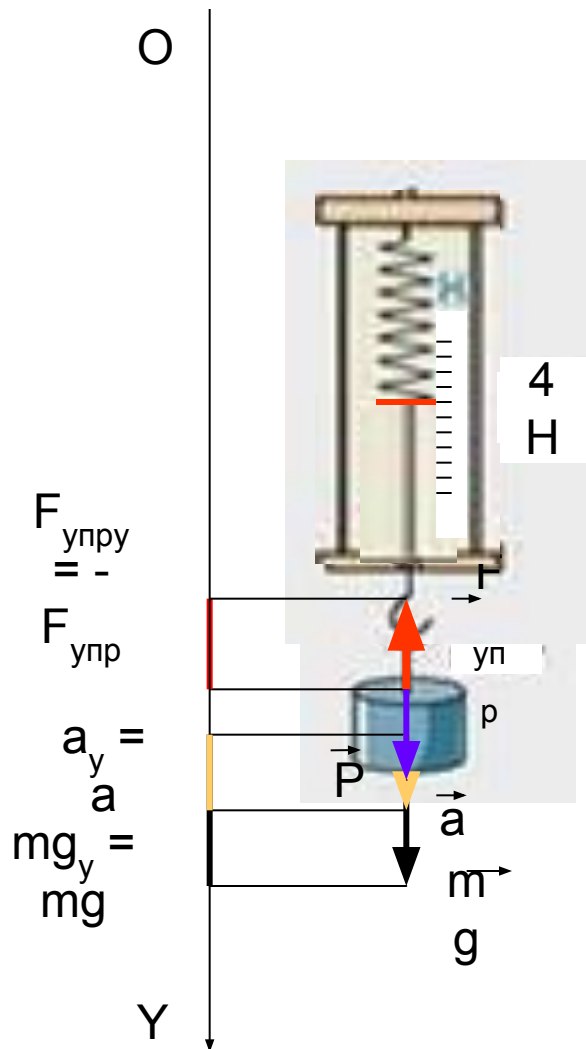
- а) груз поднимают вверх с ускорением 2 м/с^2 ;
- б) груз опускают вниз с ускорением 2 м/с^2 ;
- в) груз поднимают равномерно вверх;
- г) груз свободно падает.

а) груз поднимают вверх с ускорением 2 м/с^2



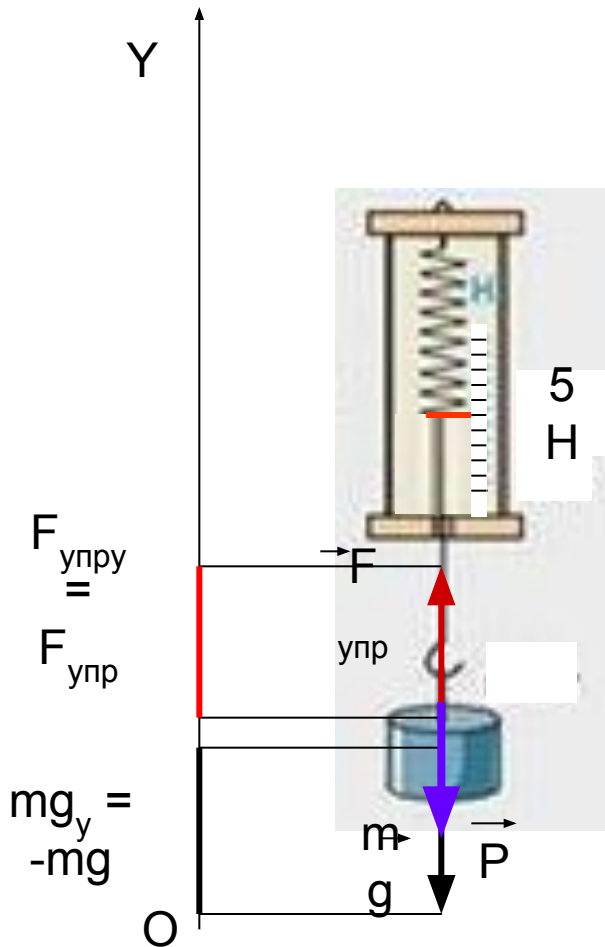
1. Обозначим силы, действующие на груз:
(щелчок)
силу тяжести $m\vec{g}$ и силу упругости со стороны пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$.
2. Обозначим направление вектора ускорения $\vec{a}$. (щелчок)
3. Запишем второй закон Ньютона:
(1) $\vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$.
4. Направим ось OY по 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 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 ОУ по направлению ускорения. (щелчок)
5. Спроецируем уравнение (1) на ось ОУ:
(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) $\vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g} = 0$, 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) $F_{\text{упр}} = mg$.

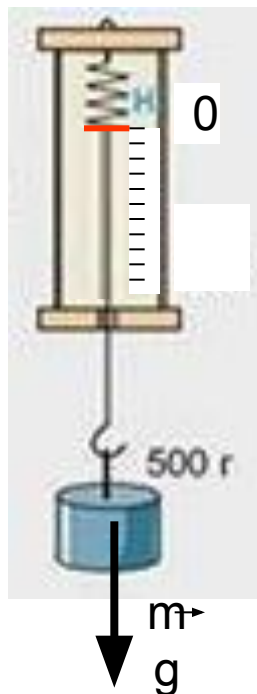
По третьему закону Ньютона $F_{\text{упр}} = P$.

(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 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 м/с^2 .