

## Вес тела

Для начала обсудим понятия массы тела, силы тяжести и веса тела.

*Масса* — это мера инертности тела. Масса показывает, насколько трудно разогнать тело до заданной скорости (или, наоборот, остановить его). Например, играя в настольный теннис, вам ничего не стоит быстрым ударом изменить направление скорости шарика на противоположное; однако если с такой же скоростью катится троллейбус, то для одной только остановки его требуется гораздо больше усилий, и ударом ракетки тут не обойдёшься. Как вы понимаете, причина заключается в том, что масса троллейбуса многократно превышает массу шарика.

Важно, что масса является *внутренней* характеристикой тела: камень, имеющий на Земле массу 1 кг, будет иметь такую же массу на и на Марсе, и в глубинах космоса. Вот почему Пин (см. ниже задачу о космических путешествиях смешариков) заявил, что масса космонавтов не менялась во время полёта.

*Сила тяжести* — это сила, с которой тело притягивается к планете. Оказывается, что сила тяжести прямо пропорциональна массе тела:  $F_{\text{тяж}} = mg$ . Коэффициент пропорциональности  $g$  характеризует планету и называется *ускорением свободного падения* на данной планете. Так, на Земле  $g_{\text{З}} = 9,8 \text{ Н/кг}$  (в задачах часто полагают  $g = 10 \text{ Н/кг}$ ), и опять-таки из слов Пина вы догадываетесь, что на Луне и на Марсе соответственно  $g_{\text{Л}} = 1,6 \text{ Н/кг}$  и  $g_{\text{М}} = 4 \text{ Н/кг}$ .

*Вес* — это сила, с которой тело действует на опору или подвес. В простейших случаях, с которыми вам пока и приходится иметь дело, вес совпадает с силой тяжести. Если динамометр, пружина которого растягивается неподвижно висящим телом, показывает 3 Н, то это означает, что вес тела равен 3 Н и сила тяжести, действующая на тело, также равна 3 Н (а заодно и сила упругости пружины равна 3 Н).

*Сила упругости* — это сила, возникающая при деформациях тел. Сила упругости всегда направлена в сторону, противоположную деформации (сжатая пружина стремится разжаться, а растянутая — сжаться), и подчиняется следующему простому закону.

**Закон Гука.** Сила упругости пружины пропорциональна величине её деформации:  $F_{\text{упр}} = kx$ . Коэффициент пропорциональности  $k$  называется *жёсткостью* пружины.

ЗАДАЧА 1. Чему равна сила тяжести, действующая на человека массой 60 кг, находящегося на поверхности Земли?

Н 009

ЗАДАЧА 2. Во сколько раз сила тяжести, действующая на тело на Марсе, меньше, чем сила тяжести, действующая на это тело на Земле?

Примерно в 4 раза

ЗАДАЧА 3. Тело массой 2 кг подвешено к динамометру, пружина которого имеет жёсткость 5 Н/см. Найдите вес тела и величину удлинения пружины.

20 Н и 4 см

ЗАДАЧА 4. (МОШ, 2008, 7) К потолку над горизонтальным столом подвешена пружина. Если к её концу прикрепить груз и дождаться установления равновесия, груз окажется на столе в случае, если его масса  $m$  превосходит значение  $m_0 = 400$  г. С какой силой  $F$  груз массой  $m > m_0$  будет давить на стол? Размерами груза по сравнению с растяжением пружины можно пренебречь. Отношение действующей на груз силы тяжести к массе груза (эта величина называется ускорением свободного падения)  $g = 10$  Н/кг =  $10$  м/с<sup>2</sup>. Решите задачу в общем случае и при  $m = 1$  кг.

$$F_9 = \delta(0_{uu} - u) = \mathcal{J}$$

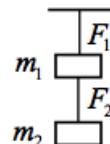
ЗАДАЧА 5. («Курчатов», 2017, 7) Левый конец горизонтально расположенной пружины прикреплён к бруску, а за правый конец тянут с постоянной силой  $F$ , направленной вправо. При этом длина пружины равна 100 мм, и брусок движется с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности стола. Коэффициент трения равен 0,4, масса бруска 200 г. Если тот же самый брусок подвесить на той же самой пружине, расположенной вертикально, длина пружины составит 115 мм. Найдите

- 1) величину силы  $F$ ;
- 2) жёсткость пружины  $k$ ;
- 3) длину  $l$  пружины в недеформированном состоянии.

Ускорение свободного падения примите равным  $10$  Н/кг.

$$m_0 \delta (g : m/H 08 (z : H 8'0 (I$$

ЗАДАЧА 6. («Росатом», 2015, 7) Два груза подвешены на двух лёгких верёвках так, как показано на рисунке. Отношение сил натяжения верхней и нижней веревки известно:  $F_1 : F_2 = 3 : 1$ . Найти отношение масс верхнего и нижнего грузов  $m_1 : m_2$ .



$$z$$

ЗАДАЧА 7. (МОШ, 2013, 7) Пин смастерил для смешариков ракету, и им стали доступны космические просторы. Первыми космонавтами стали Крош, Бараш, Ёжик, Лосяш и Нюша. Все они были одинаковой массы.

Пин строго наказал Нюше следить за весом космонавтов с помощью сложнейшего прибора под названием «ДИНАМОМЕТР».

«Запомни, Нюша! — сказал Пин. — Вес тела массой 1 кг на Земле равен 10 Н, на Луне 1,6 Н, а на Марсе 4 Н».

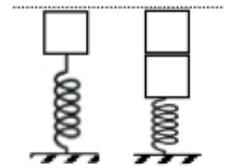
Нюша ничего не понимала в динамометрах, но старалась быть ответственной. На Земле она взвесила сразу всех вместе, включая себя, и обнаружила, что пружина динамометра удлинилась на 12,5 сантиметров. Так она и записала в бортовой журнал: «Наш вес на Земле 12,5 сантиметров динамометра». На Луне Нюша сделала следующую запись: «Наш вес уменьшился на 10,5 сантиметров». На Марсе в бортовом журнале Нюша сделала заготовку «Наш общий вес по сравнению с Луной . . . ился на . . . см». Однако, взвесив всех, она отвлеклась на марсианский пейзаж и не закончила фразу.

Вернувшись на Землю, Нюша получила нагоняй от Пина с угрозой, что больше она никуда не полетит. Пин также отметил: «Хе-хе! Масса-то наших космонавтов не менялась во время полётов!»

Запишите полную фразу Нюши, чтобы она смогла продолжить свои космические путешествия.

$$m_0 \delta (g : m/H 08 (z : H 8'0 (I$$

Задача 8. (МОШ, 2017, 8) Деревянный кубик покоится на сжатой пружине. Если на него сверху положить ещё такой же кубик, то высота всей конструкции не изменится. Определите жёсткость пружины, если площадь всей поверхности кубика  $S = 600 \text{ см}^2$ . Плотность дерева  $\rho = 0,80 \text{ г/см}^3$ .



$$k/H = S \rho g = \gamma$$