



§ 16.

Масса



Мы часто вместо слова «масса» говорим «вес», а слова «массивный» и «тяжелый» считаем синонимами. С точки зрения физики это грубая ошибка.

Представим, что на космической станции, построенной на Луне, проходят соревнования по подъему штанги. На них любой из вас смог бы поднять стокилограммовую штангу! Легче ли штанга на Луне, чем на Земле? Да. Меньше ли на Луне масса штанги? Нет. Так что такое масса? Каковы ее свойства?

В 7-м классе вы узнали, что:

- масса — мера инертности тела;
- сила тяжести прямо пропорциональна массе тела;
- масса тела зависит от количества вещества, содержащегося в нем;
- единицей массы в СИ служит 1 килограмм (1 кг).

Как измеряют массу?

1. Измерение массы тел путем взвешивания

Существуют различные типы весов:

- рычажные (рис. 104, а, б);
- пружинные (рис. 104, в, г);
- электронные (рис. 104, д).

Во всех случаях *весы — прибор для определения массы тела по действующей на него силе тяжести.*

Как вы знаете, сила тяжести прямо пропорциональна массе тела:

$$F = mg. \quad (1)$$

Рычажные весы с равными плечами находятся в равновесии, если силы тяжести взвешиваемого тела и набора гирь будут равны: $m_{\text{тела}}g = m_{\text{гирь}}g$, т. е. при $m_{\text{тела}} = m_{\text{гирь}}$. Значит, результат взвешивания тела на рычажных весах не зависит от значения коэффициента g и будет одним и тем же на Земле, Луне и любой планете.

Рис. 104

А как измерить массу тела на пружинных весах? Их показания пропорциональны силе тяжести. Сила тяжести на Луне примерно в 6 раз меньше, чем на Земле. Во столько же раз меньше будут и показания пружинных весов.

Чтобы правильно определить массу тела на пружинных весах, нужно провести взвешивание гири-эталоны массой $m_{\text{эт}} = 1$ кг. Сравнивая показания пружинных весов для тела и эталоны $F = mg$ и $F_{\text{эт}} = m_{\text{эт}}g$, получим:

$$\frac{m}{m_{\text{эт}}} = \frac{F}{F_{\text{эт}}}, \quad (2)$$

откуда

$$m = m_{\text{эт}} \cdot \frac{F}{F_{\text{эт}}}. \quad (3)$$

Формула (3) выражает массу тела независимо от того, где проводилось взвешивание.

А можно ли найти массу тела, не используя силу тяжести? Можно, сравнивая инертность тел.

2. Сравнение масс по инертности тел

Любое тело обладает свойством двигаться по инерции, т. е. сохранять свою скорость неизменной, если на него не действуют силы (или силы компенсируют друг друга). Однако одни тела легче разогнать (а разогнав, остановить), а другие — труднее. Например, для разгона или остановки нагруженной тележки на нее следует действовать гораздо большей силой, чем на порожнюю. Грузная тележка более инертна.

Как определить, во сколько раз одно тело более инертно, чем другое?

Проведем опыт. Поставим на горизонтальную поверхность две легкие тележки, нагруженные телами 1 и 2 соответственно (рис. 105), способные катиться почти без трения.

Будем разгонять тележки так, чтобы они двигались с одинаковым ускорением, не обгоняя и не отставая друг от друга. Пусть для этого на тележку 1 пришлось подействовать силой $\vec{F}_1$, в три раза большей, чем сила $\vec{F}_2$, приложенная к тележке 2.

Значит, тело 1 в три раза инертнее тела 2. Или, другими словами,

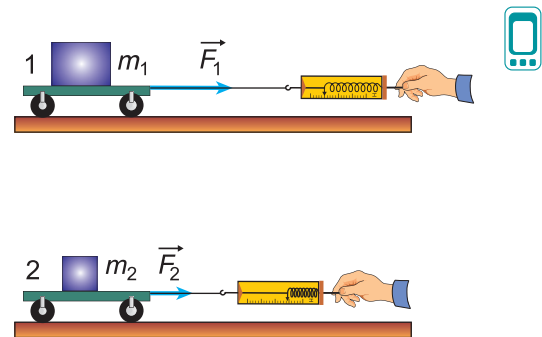


Рис. 105

масса как мера инертности у тела 1 в три раза больше, чем у тела 2.

Современные, очень точные опыты показывают, что сравнение масс тел путем взвешивания и путем сравнения их инертности дают одинаковые результаты.

Напомним еще о двух практически важных свойствах массы:

- общая масса m нескольких тел равна сумме их масс:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots; \quad (4)$$

- масса однородного тела объемом V равна:

$$m = \rho V, \quad (5)$$

где ρ — плотность вещества, из которого состоит тело.



Для любознательных

Массу как меру инертности называют *инертной массой*, а массу, определяемую по силе притяжения тел друг к другу, — *гравитационной массой*.

Равенство инертной и гравитационной масс неоднократно проверялось на опыте.



Главные выводы

1. Масса тела — мера его инертности.
2. Масса тела — мера его гравитационных свойств.
3. Масса данного тела на Земле, на Луне, на космической станции и т. д. одинакова.



Контрольные вопросы

1. Мерой каких свойств тела является его масса?
2. Почему нагруженную тележку труднее разогнать или остановить, чем ненагруженную?
3. Какими способами можно сравнить массы двух тел? Какой из этих способов можно использовать на орбитальной станции?
4. Равны ли массы тела на Земле и на другой планете?

Упражнение 12

1. Во сколько раз масса Солнца больше массы Земли? Луны? Электрона?

2. Какова масса воды в аквариуме размером $1 \times 1 \times 1$ м? Какова масса воздуха в этом же объеме (при нормальных условиях)? Что больше: масса 1 м^3 бетона или 1 м^3 алюминия? Какова масса 1 л воды; 1 л ртути; 1 л бензина?

3. Показания динамометра, к которому подвешен металлический цилиндр объемом $V = 100 \text{ см}^3$, равны $P = 2,70 \text{ Н}$. Изменятся ли показания динамометра, если опыт проводить на Луне? Чему равна масса цилиндра и его плотность на Земле? На Луне? Принять $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

4. Бак имеет длину $a = 120 \text{ см}$, ширину $b = 8,0 \text{ дм}$ и высоту $c = 0,40 \text{ м}$. Какую массу воды может вместить этот бак?

5. Металлический однородный цилиндр имеет массу $m = 164 \text{ г}$. Определите, используя рисунок 106, плотность вещества цилиндра. Штрихами обозначен уровень воды в мензурке до погружения цилиндра.

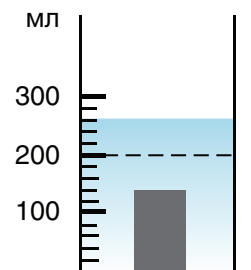


Рис. 106