



§ 3.

Методы исследования в физике

За многие тысячелетия своего существования человечество накопило огромное количество знаний об окружающем мире. Например, научно доказано, что Земля вращается вокруг своей оси. Свет в большинстве случаев распространяется прямолинейно. Молния есть электрический разряд. Но в результате чего и как появились эти и другие знания? Каков метод научного познания окружающего мира?

Метод научного познания окружающего мира включает несколько этапов. Первый из них — это **наблюдение явлений**.

Наблюдение осуществляется с помощью органов чувств человека, а также с помощью приборов. Например, в результате повседневных наблюдений установлено, что непрозрачные тела в солнечный день дают тень (рис. 12).

На основе дальнейших наблюдений **накапливаются факты** (результаты наблюдений). Так, согласно наблюдениям размеры тени изменяются в течение дня (рис. 13). Ее длина самая большая утром и вечером, а самая малая — в полдень. Как объяснить данные факты? Для этого **выдвигается гипотеза** (предположение, догадка).

Гипотез может быть несколько. В рассмотренном примере гипотеза состоит в том, что свет распространяется прямолинейно. Гипотеза иногда может быть и ошибочной, неверной. Тогда выдвигается новая гипотеза.

Гипотеза объясняет известные факты и предсказывает новые, еще неизвестные. Например, что могут образовываться тень и полутень, если источников света несколько или источник один,



Рис. 12

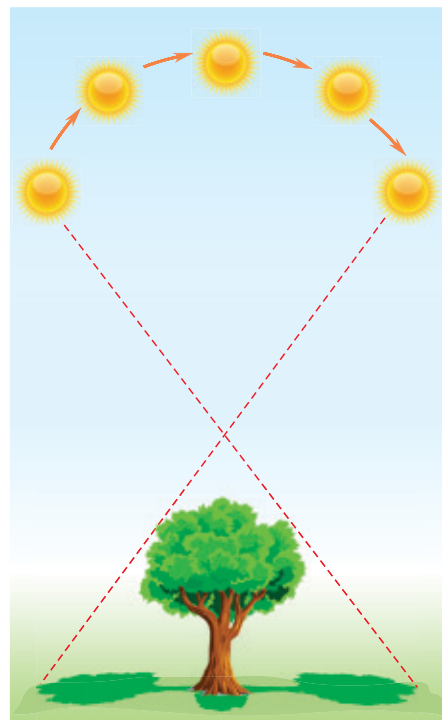


Рис. 13

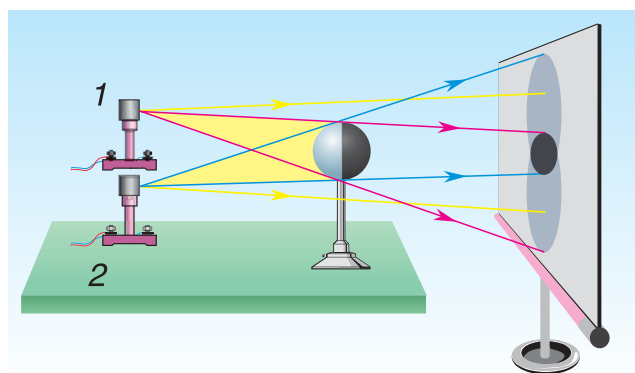


Рис. 14

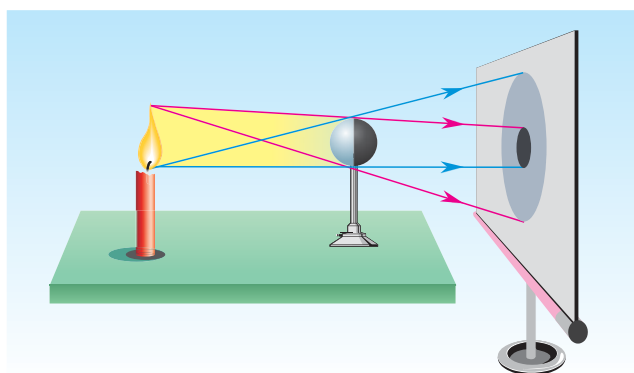


Рис. 15



Рис. 16

но он большой. Его размеры сравнимы с расстоянием до непрозрачного предмета, дающего тень.

Далее следует заключительный этап научного познания — **опыт**, или **экспериментальная проверка гипотезы**. Опыты ставятся в лаборатории.

Опыты, проводимые с двумя источниками света (рис. 14) и с одним источником больших размеров (рис. 15), показали, что размеры тени, а также наличие тени и полутени полностью подтверждают гипотезу о прямолинейном распространении света.

Если гипотеза подтвердилась, то она становится **законом**.

Гипотеза существует до тех пор, пока не появляются новые факты, которые ей противоречат.

Схематически научный путь познания можно представить так, как показано на рисунке 16.

■ Главные выводы

1. Познание природы начинается с наблюдений и накопления фактов.
2. Для объяснения фактов выдвигается гипотеза.
3. Результаты экспериментальной проверки гипотезы позволяют установить закон.
4. Появление новых фактов, противоречащих данной гипотезе, приводит к выдвижению новой гипотезы.



Контрольные вопросы

1. Каковы источники наших знаний о физических явлениях? Приведите примеры.
2. Что является основанием для выдвижения гипотезы?
3. Может ли гипотеза быть ошибочной? Приведите примеры, известные вам из других наук.
4. Какова роль опыта в научном познании?



Для любознательных

У известного русского поэта XIX в. А. С. Пушкина есть такие строки:

О сколько нам открытий чудных
Готовят просвещенья дух,
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай, бог-изобретатель [1].

О чем пишет Александр Сергеевич? Попробуйте расшифровать его высказывание. При необходимости обратитесь за помощью к учителю или родителям.



Домашнее задание

В физике известны имена многих гениальных мыслителей, среди которых такие выдающиеся личности, как Аристотель (рис. 17), Ньютон (рис. 18) и др.

Познакомьтесь с биографией любого из них (по вашему желанию) и выпишите наиболее интересные, на ваш взгляд, факты из его научной деятельности. Информацию можно получить из энциклопедического словаря, Интернета и других источников.



Рис. 17

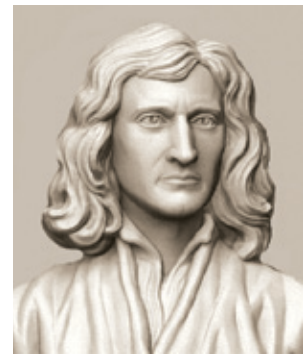


Рис. 18



§ 4.

Роль измерений в физике. Прямые и косвенные измерения



Наука начинается с тех пор,
как начинают измерять...

Д. И. Менделеев

Вдумайтесь в слова известного ученого. Из них ясна роль измерений в любой науке, особенно в физике. Не менее важны измерения и в практической жизни. Можете ли вы представить свою жизнь без измерения времени, массы, длины, скорости движения, расхода электроэнергии и т. д.?

Как измерить физическую величину? Для этой цели используются **измерительные приборы**. Некоторые из них вам уже известны. Это разного вида линейки, часы, термометры, весы, транспорты и др.

Измерительные приборы бывают **цифровыми** и **шкальными**. В цифровых приборах результат измерений определяется цифрами. Это электронные приборы — часы, термометр, счетчик электроэнергии (рис. 19) и др.

Линейка, стрелочные часы, бытовой термометр, весы, транспорты (рис. 20) — это шкальные

Рис. 19



Рис. 20

приборы. Они имеют шкалу. По ней определяется результат измерений. Вся шкала расчерчена штрихами на деления (рис. 21). Одно деление — это не один штрих, как иногда ошибочно считают некоторые учащиеся. Это промежуток между двумя ближайшими штрихами. На рисунке 22 на шкале мензурки от значения 10 мл до значения 20 мл два деления, но три штриха. Приборы, которые мы будем использовать в лабораторных работах, в основном шкальные.

Что значит измерить физическую величину? **Измерить физическую величину — значит сравнить ее с однородной величиной, принятой за единицу.** Например, чтобы измерить длину отрезка прямой между точками *A* и *B*, нужно приложить линейку и по ее шкале (рис. 23) определить, сколько миллиметров укладывается между точками *A* и *B*. Однородной величиной, с которой проводится сравнение длины отрезка *AB*, в данном случае является длина, равная 1 мм.

Если физическая величина измеряется непосредственно путем снятия данных со шкалы прибора, то такое измерение называют **прямым**. Например, приложив линейку к разным ребрам бруска (рис. 24, *a*), мы определим его длину *a*, ширину *b* и высоту *c* (рис. 24, *б*). Значение длины, ширины и высоты мы определили непосредственно, сняв данные со шкалы линейки. Из рисунка 24, *a* следует: *a* = 55 мм. Это прямое измерение.

А как определить объем бруска? Надо провести прямые измерения его длины *a*, ширины *b* и высоты *c*, а затем по формуле

$$V = a \cdot b \cdot c$$

вычислить объем бруска.

В этом случае мы говорим, что объем бруска определили **по формуле**, т. е. **косвенно**. Измерение объема называется **косвенным измерением**.

Измерения физических величин чаще всего косвенные. В дальнейшем вы убедитесь в этом сами.

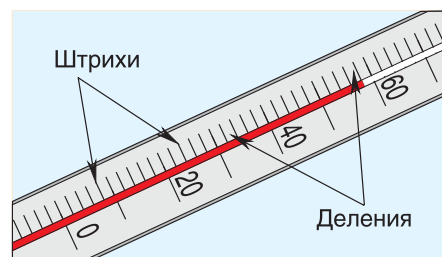


Рис. 21

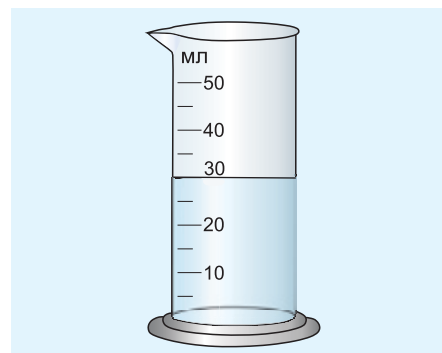


Рис. 22

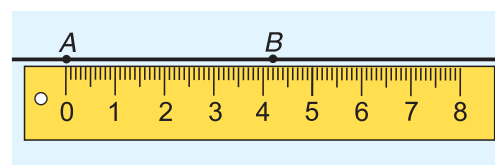


Рис. 23

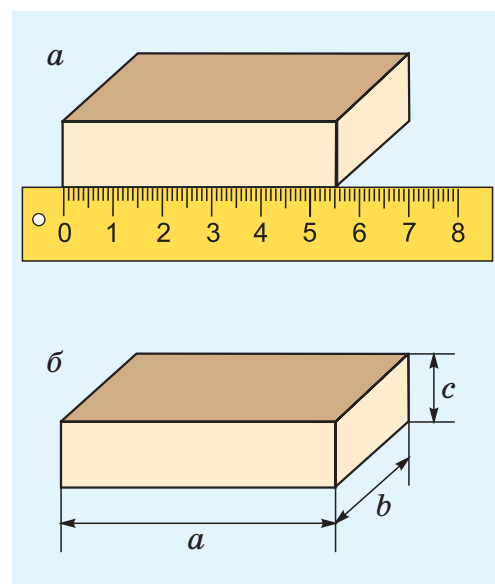


Рис. 24

■ Главные выводы

1. Измерительные приборы бывают цифровыми и шкальными.
2. При прямых измерениях физическая величина определяется непосредственно по шкале прибора.
3. При косвенных измерениях физическая величина определяется по формуле.

? Контрольные вопросы

На рисунке 25 представлено несколько измерительных приборов.

1. Как называются эти измерительные приборы?
2. Какие из них цифровые? Какие шкальные?
3. Какую физическую величину измеряет каждый прибор?
4. Что представляет собой однородная величина, с которой сравнивают измеряемую величину, для каждого прибора, изображенного на рисунке 25?



Рис. 25

▼ Для любознательных

Изучая строение человеческого тела и работу его органов, ученые проводят множество измерений. Оказывается, в человеке массой примерно 70 кг около 6 л крови. Сердце человека в спокойном состоянии сокращается 60—80 раз в минуту. За одно сокращение оно выбрасывает в среднем 60 см^3 крови, в минуту — около 4 л, в сутки — около 6—7 т, в год — более 2000 т. Так что наше сердце — большой труженик!

В течение суток кровь человека около 360 раз проходит через почки, очищаясь там от вредных веществ. Общая протяженность почечных кровеносных сосудов составляет приблизительно 18 км. Ведя здоровый образ жизни, мы помогаем нашему организму работать без сбоев!

➔ Домашнее задание

1. Перечислите в тетради измерительные приборы, которые есть у вас дома. Распределите их по группам:
 - а) цифровые; б) шкальные.
2. Проверьте справедливость правила Леонардо да Винчи (рис. 26) — итальянского художника, математика, астронома, инженера 2-й половины XV — начала XVI в. Для этого:
 - а) измерьте свой рост — попросите кого-нибудь поставить на стене небольшую черточку карандашом (рис. 27); измерьте расстояние от пола до отмеченной черточки;
 - б) измерьте расстояние по горизонтальной прямой между концами пальцев разведенных в стороны рук (рис. 28);
 - в) сравните полученное в пункте б) значение со своим ростом. У большинства людей эти значения равны, что впервые было подмечено Леонардо да Винчи.



Рис. 26



Рис. 27



Рис. 28



§ 5.

Единицы измерения физических величин. Международная система единиц (СИ)



Рис. 29

Чтобы решить, как быстрее доехать до вокзала — на трамвае или на такси, сравнивают скорости их движения. Скорость — физическая величина. Она количественно описывает физическое явление — движение. Если скорость автомобиля $90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а трактора (рис. 29) $30 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, то ясно, что автомобиль движется в 3 раза быстрее трактора.

Для описания физических явлений и свойств используется множество физических величин: длина, сила, давление и др. Каждая физическая величина имеет **символическое обозначение, числовое значение и единицу измерения**. Например, длина веревки $l = 2$ м. Здесь длина — физическая величина, l — ее символическое обозначение, 2 — числовое значение, м — сокращенное обозначение единицы длины (метра). Символами физических величин обычно являются буквы латинского и греческого алфавитов.

Исторически сложилось так, что у разных народов и государств единицы измерения одних и тех же физических величин различались. Часто это были единицы, соответствующие размерам частей тела человека, массе семени бобов и т. д. Пользоваться такими единицами было неудобно, особенно в торговле между разными государствами.

Например, в Англии для измерения длины использовался фут (1 фут = 30,5 см), а на Руси — аршин (1 аршин = 71,12 см) (рис. 30). Нужно было упорядочить систему единиц, сделать ее удобной в использовании всеми странами. В 1960 г. ввели единую *Международную систему единиц* (сокращенно СИ — Систему Интернациональную). Ею пользуется большинство стран. Основными единицами в СИ являются: метр (м) — для длины, килограмм (кг) — для массы, секунда (с) — для времени, кельвин (К) — для температуры.

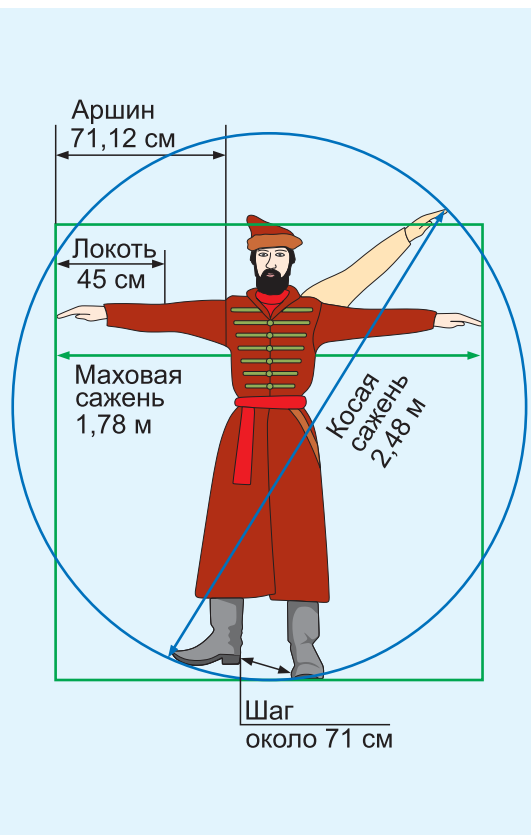


Рис. 30

Но всегда ли удобно измерять время в секундах, а длину в метрах? Оказывается, нет. Например, время движения поезда из Минска в Москву измеряют в часах (ч), а путь — в километрах (км). Единицы 1 ч и 1 км — это неосновные (кратные) единицы СИ. Между основными и неосновными единицами существует связь. Так, $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$, $1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$.

Основные единицы измерения имеют эталоны*. Эталоны хранятся в г. Севре (Франция) в Международном бюро мер и весов. На рисунке 31 приведен первый эталон килограмма — цилиндр из платино-иридиевого сплава. Сейчас эталон массы — более сложное устройство. Позже вы познакомитесь с эталонами различных единиц измерения.



Рис. 31

▼ Для любознательных

Эталонная база страны обеспечивает единство измерений и является частью национального достояния. В Беларуси, как и в других странах, ведется работа по исследованию и созданию эталонных комплексов. В Белорусском государственном институте метрологии созданы эталоны единиц массы, времени, длины, температуры и др.



■ Главные выводы

1. Каждая физическая величина имеет символическое обозначение, числовое значение и единицу измерения.
2. Основными единицами СИ являются: метр, килограмм, секунда, кельвин и др.
3. Основные единицы измерения имеют свои эталоны.

? Контрольные вопросы

1. Что необходимо знать, чтобы записать физическую величину?
2. Запишите в тетрадь пять физических величин, известных вам из математики.
3. Почему неудобно было пользоваться такими единицами длины, как фут или аршин?
4. Какие основные единицы измерения длины, массы, времени включает Международная система единиц (СИ)?

* Слово «эталон» означает «идеальный образец».



Пример решения задачи

В одной из книг немецкого путешественника XVII в. есть такие строки: «Шелковая материя, привозимая с Востока, называется русскими “китайкой”, и каждый кусок содержит ни больше ни меньше как восемь с четвертью аршин». Сколько метров в куске материи?

Дано:

$n = 8,25$ аршина

$l_0 = 71,1 \text{ см} = 0,711 \text{ м}$

$l \text{ (м)} — ?$

Решение

Так как длина одного аршина $l_0 = 0,711 \text{ м}$, то длина восьми с четвертью аршинов в метрах будет равна:

$$l \text{ (м)} = nl_0;$$

$$l \text{ (м)} = 8,25 \cdot 0,711 \text{ м} = 5,9 \text{ м}.$$

Ответ: $l = 5,9 \text{ м}$.

Упражнение 1

1. Используя символические обозначения физических величин, запишите кратко:

- а) спортсмен пробежал дистанцию 100 м;
- б) самолет долетел до пункта назначения за время 2,5 ч;
- в) масса яблок 3 кг;
- г) площадь участка 600 м²;
- д) в банку налили 0,5 л воды.

2. В рассказе Л. Н. Толстого «Черепаха» [2] есть такая фраза: «Черепахи бывают маленькие, не больше блюдечка, и большие, в три аршина длины и весом в 20 пудов». Выразите длину большой черепахи в метрах (м) и сантиметрах (см), массу — в килограммах (кг). Указание: 1 пуд = 16,4 кг.

3. Писательница С. Савицкая в историческом романе «Распутай время» [3] пишет: «Дороги подземных недр достигали 30 верст». Выразите длину дорог в километрах (км). Указание: 1 верста = 1066,8 м.

4. Переведите в основные единицы СИ:

- а) массу шарика $m = 200 \text{ г}$;
- б) длину линейки $l = 25 \text{ см}$;
- в) время движения автомобиля $t = 1 \text{ ч } 30 \text{ мин}$;
- г) площадь засеянного поля $S = 100 \text{ га}$.