

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72
К28

Касьянов, В. А.

К28 Физика. 10 класс. Базовый и углублённый уровни : тетрадь для лабораторных работ / В. А. Касьянов, В. А. Коровин. — 6-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2020. — 43, [5] с. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-358-23492-5

Тетрадь для лабораторных работ вместе с учебником В. А. Касьянова «Физика. 10 класс», методическим пособием и сборником контрольных работ образуют учебно-методический комплекс. В тетрадь включены девять лабораторных работ по следующим темам: «Механика», «Молекулярная физика» и «Электродинамика», четыре из них выполняются при изучении физики как на углублённом, так и на базовом уровне.

**УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72**

ISBN 978-5-358-23492-5

© ООО «ДРОФА», 2015

ВВЕДЕНИЕ

Погрешности при физических измерениях. Физические измерения

Физика, как точная экспериментальная наука, основывается на количественных данных наблюдений. Свойства физических объектов и явлений характеризуются физическими величинами. Числовое значение физической величины может быть найдено посредством *измерений*. *Измерение* — определение значения физической величины опытным путём с помощью средств измерений (технических средств или измерительных приборов). К техническим средствам относятся: линейка, измерительная лента, транспортир, мензурка, разновесы и др. Измерительные приборы: штангенциркуль, микрометр, весы, секундомер, динамометр, термометр, барометр и др.

Анализ экспериментальных данных, характеризующих значение физических величин, приводит к установлению или проверке физических законов и соотношений.

Цель выполняемых лабораторных работ — изучение физических явлений и законов, ознакомление с методами измерения физических величин.

Различают *прямые* и *косвенные измерения*.

Прямое измерение — нахождение числового значения искомой физической величины непосредственно средствами измерения. Например, линейные размеры предмета измеряют линейкой или штангенциркулем, атмосферное давление — барометром, силу тока — амперметром.

Косвенное измерение — нахождение числового значения искомой физической величины по формуле, связывающей её с другими физическими величинами, определяемыми в результате прямых измерений.

Абсолютная и относительная погрешности

Результат измерения физической величины всегда отличается от её *истинного значения*, наиболее точно отражающего соответствующую физическую характеристику.

Действительное значение (результат измерения) — значение физической величины, найденное экспериментально.

При прямых измерениях отклонение действительного значения величины от её истинного значения вызывают следующие факторы:

1) ограниченная точность измерительного прибора, связанная с несовершенством его конструкции и определяемая ценой деления шкалы прибора;

2) непостоянство внешних условий опыта (например, колебания температуры и давления воздуха);

3) несовершенные действия экспериментатора (например, запаздывание включения секундомера, ошибочный отсчёт длины из-за несовпадения положения уровня глаз наблюдателя и делений на шкале прибора).

При косвенных измерениях отклонение действительного значения величины от её истинного значения является следствием таких факторов, как:

1) неточность метода измерений, т. е. идеализация условий протекания эксперимента (например, при изучении движения тела не учитывается сопротивление воздуха);

2) неполное соответствие исследуемого объекта используемой упрощённой физической модели (например, измеряемый брусок может не быть идеальным параллелепипедом из-за наличия закруглений на рёбрах и вершинах).

Точность измерения определяется близостью действительного значения физической величины к истинному. Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины называется *погрешностью измерений*. Качество измерений физической величины характеризуют *абсолютной* и *относительной погрешностью*.

Абсолютная погрешность при однократном прямом измерении равна приборной погрешности ($\Delta a = \Delta a_{\text{пр}}$). *Приборная* (экспериментальная) *погрешность* — погрешность средства измерения. Абсолютную погрешность выражают в единицах измеряемой величины. Чем меньше абсолютная погрешность измерения, тем точнее оно выполнено.

Любой прибор позволяет проводить измерения лишь с определённой точностью. Для средств измерения с линейной шкалой (линейка, измерительная лента, динамометр) приборная погрешность принимается равной половине цены деления шкалы. Для измерительных приборов с нониусом (штангенциркуль, микрометр) приборная погрешность равна цене деления нониуса. Секундомер имеет приборную погрешность, равную цене его деления.

Результат однократного прямого измерения принято записывать в виде

$$a = a_{\text{изм}} \pm \Delta a, \quad (1)$$

где $a_{\text{изм}}$ — измеренное значение физической величины a , $\Delta a = \Delta a_{\text{пр}}$.

Двойной знак \pm перед абсолютной погрешностью означает, что истинное значение измеряемой величины лежит в интервале $(a_{\text{изм}} - \Delta a, a_{\text{изм}} + \Delta a)$.

Относительная погрешность при однократном прямом измерении — безразмерная физическая величина, равная отношению абсолютной погрешности к измеренному значению физической величины:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a_{\text{изм}}}. \quad (2)$$

Точность измерений различных физических величин сравнивают по их относительным погрешностям. Чем меньше относительная погрешность, тем выше точность измерения.

Предположим, что расстояние от Земли до Солнца $l_1 = 1,5 \cdot 10^8$ км измеряется с абсолютной погрешностью $\Delta l_1 = 15$ км, а длина комнаты $l_2 = 10$ м — с абсолютной погрешностью $\Delta l_2 = 1$ мм. Относительная погрешность первого измерения $\varepsilon_1 = 10^{-7}$, а второго — $\varepsilon_2 = 10^{-4}$. Это означает, что точность первого измерения в 1000 раз больше, чем второго, так как $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{1}{1000}$.

Погрешности при прямых измерениях физической величины

Точность результата прямого однократного измерения значения физической величины невелика вследствие двух погрешностей, которые невозможно полностью исключить в процессе опыта, — это *случайная* и *грубая погрешности*.

Случайная погрешность — погрешность, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях. Она вызывается непостоянством внешних условий и несовершенными действиями экспериментатора.

Грубая погрешность (промах) — погрешность, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях. Грубая погрешность обусловлена ошибочным отсчётом или временной неисправностью измерительного прибора.

Для уменьшения влияния случайных факторов проводят многократные измерения данной физической величины a_1, a_2, \dots, a_n . При этом результаты измерений, содержащих промахи, исключаются из дальнейшей обработки результатов.

В качестве действительного значения физической величины принимают среднее арифметическое значение измеряемой величины

$$a_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}, \quad (3)$$

где n — число измерений.