

ФИЗИКА

10

Часть 1

Учебник для 10 классов
естественно-математического направления
общеобразовательных школ

*Утверждено Министерством образования и науки
Республики Казахстан*



Алматы "Мектеп" 2019

УДК 373.167.1
ББК 22.3я72
Ф50

Авторы:

**Б. А. Кронгарт, Д. М. Казахбаева,
О. Имамбеков, Т. З. Кыстаубаев**

Кронгарт Б. А. и др.

Ф50 Физика. Учебник для 10 кл. естеств.-матем. направления обще-
образоват. шк. Часть 1 / Б.А.Кронгарт, Д.М.Казахбаева, О.Имамбеков,
Т.З.Кыстаубаев. — Алматы: Мектеп, 2019. — 280 с. илл.

ISBN 978—601—07—1113—6

Ф $\frac{4306021200—040}{404(05)—19}$ 59(1)—19

УДК 373.167.1
ББК 22.3я72

© Кронгарт Б. А., Казахбаева Д. М.,
Имамбеков О., Кыстаубаев Т. З., 2019
© Издательство “Мектеп”
художественное оформление, 2019

Все права защищены

Имущественные права на издание
принадлежат издательству “Мектеп”

ISBN 978—601—07—1113—6



Раздел I. МЕХАНИКА

Глава 1. Кинематика

Глава 2. Динамика

Глава 3. Статика

Глава 4. Законы сохранения

Глава 5. Механика жидкостей и газов

Раздел II. ТЕПЛОВАЯ ФИЗИКА

Глава 6. Основы молекулярно-кинетической
теории газов

Глава 7. Газовые законы

Глава 8. Основы термодинамики

Глава 9. Жидкости и твердые тела



ВВЕДЕНИЕ

В мире нет ничего особенного.
Никакого волшебства.
Только физика.

Чак Паланик

Дорогие учащиеся! Вы изучаете физику уже три года. И за это время познакомились со многими физическими явлениями, которые охватывают практически все разделы школьного курса физики. В 10 классе вам необходимо углубить ваши знания и заложить прочный фундамент для их практического применения. Напоминаем вам, что выучить физику наизусть невозможно. Чтобы применять законы физики, их надо понимать. При изучении нового материала старайтесь отнестись к нему критически и понять физическую суть явления или задачи.

Благодаря работам И. Ньютона, Дж. Максвелла, А. Эйнштейна и многих других выдающихся ученых, человечество чуть шире приоткрыло дверь, за которой скрывается безбрежный океан истины. Но сколько еще неизведанного таит в себе окружающий нас мир!

Разгадать тайны мироздания очень сложно, но вместе с тем безумно интересно. Изучая физику, вы имеете возможность приобщиться к тому процессу вечного поиска истины, которым во все времена были заняты лучшие умы человечества во имя научно-технического прогресса. Но, для того, чтобы постичь красоту и гармонию в законах природы, а также оценить масштаб и величие человеческого разума, пытающегося найти ключи к разгадке ее тайн, человек должен обладать необходимыми знаниями по физике. Этих знаний можно достичь только систематическим и кропотливым трудом. Мы надеемся, что учебник, который вы держите в руках, станет для вас хорошим помощником в этом деле.

Материал учебника, который вам предлагается, построен таким образом, что многое в нем вы можете усвоить самостоятельно. Для этого в начале каждого параграфа выделены ключевые слова и обозначены цели, которых вы должны достичь после изучения учебного материала. В конце параграфа вам будут предложены вопросы, ответив на которые, вы сможете определить уровень усвоения вами теоретического материала.

В каждом параграфе есть рубрика, отмеченная синей линией. Подразумевается, что учащиеся критически и творчески подойдут к заданию, изложенному в рубрике, и самостоятельно его решат.

Каждый параграф завершается заданиями “Творческой мастерской”, выполнение которых поможет вам углубить ваши знания предмета. В ней содержатся практические упражнения различной степени сложности, предназначенные для закрепления у вас навыков применения теоретических знаний при решении физических задач. В “Творческой мастерской” вы найдете также задания, которые будут способствовать формированию и развитию у вас наблюдательности и творческого подхода при изучении физических явлений. Некоторые задания направлены на самостоятельное приобретение вами навыков экспериментальной и исследовательской работы.

В заданиях творческой мастерской даны задачи разного уровня сложности:

- — задачи достаточного уровня; *
- * — задачи высокого уровня.

Авторы надеются, что учебник поможет вам понять и полюбить предмет, что, на наш взгляд, является необходимым условием для преодоления трудностей, с которыми вы, возможно, столкнетесь при изучении курса физики для 10 классов.

Авторы

Говоря о роли физики, выделим три основных момента. Во-первых, физика является для человека важнейшим источником знаний об окружающем мире. Во-вторых, физика, непрерывно расширяя и многократно умножая возможности человека, обеспечивает его уверенное продвижение по пути технического прогресса. В-третьих, физика вносит существенный вклад в развитие духовного облика человека, формирует его мировоззрение, учит ориентироваться в шкале культурных ценностей. Поэтому будем говорить соответственно о *научном, техническом и гуманитарном* потенциалах физики.

Эти три потенциала содержались в физике всегда. Но особенно ярко и весомо они проявились в физике XX столетия, что и предопределило ту исключительно важную роль, какую стала играть физика в современном мире.

Физика как важнейший источник знаний об окружающем мире. Как известно, физика исследует наиболее общие свойства и формы движения материи. Она ищет ответы на вопросы: как устроен окружающий мир; каким законам подчиняются происходящие в нем явления и процессы? Стремясь познать “первоначала вещей” и “первопричины явлений”, физика в процессе своего развития сформировала сначала механическую картину мира (XVIII—XIX вв.), затем, электромагнитную картину (вторая половина XIX — начало XX в.) и, наконец, современную физическую картину мира (середина XX в.).

В начале XX в. была создана *теория относительности* — сначала специальная, а затем общая. Ее можно рассматривать как великолепное завершение комплекса интенсивно проводившихся в XIX столетии исследований, которые привели к созданию так называемой классической физики. Про теорию относительности можно сказать, что это совершенно новый набор концепций, в рамках которых находят объединение механика, электродинамика и гравитация. Они принесли с собой новое восприятие таких понятий, как пространство и время. Эта совокупность идей в каком-то смысле является вершиной и синтезом физики XIX в. Они органически связаны с классическими традициями.

Тогда же, в начале века, начала создаваться, а к концу первой трети столетия обрела достаточную стройность другая фундаментальная физическая теория XX в. — *квантовая теория*. Если теория относительности эффектно завершала предшествовавший этап развития физики, то квантовая теория открывала качественно новый этап в познании человеком материи. Квантовая теория — шаг в неизведанное, в мир явлений, которые не уместались в рамки идей физики XIX в. Надо было создать новые приемы мышления, чтобы понять мир атомов и молекул с их дискретными энергетическими состояниями и характерными особенностями спектров и химических связей.

Используя квантовую теорию, физики совершили в XX в., в буквальном смысле слова, прорыв в понимании вопросов, касающихся строения и свойств кристаллов, молекул, атомов, **атомных ядер**, взаимопревращений элементарных частиц. Возникли новые разделы физики, такие как физика твердого тела, физика плазмы, атомная и молекулярная физика, ядерная физика, физика элементарных частиц.

Физика исследует фундаментальные закономерности явлений; это предопределяет ее ведущую роль во всем цикле естественно-математических наук. Ведущая роль физики особенно ярко выявилась именно в XX в. Один из наиболее убедительных примеров — объяснение периодической системы химических элементов на основе квантово-механических представлений. На стыке физики и других естественных наук возникли новые научные дисциплины. *Химическая физика* исследует электронное строение атомов и молекул, физическую природу химических связей, кинетику химических реакций. *Астрофизика* изучает многообразие физических явлений во Вселенной; она широко применяет методы спектрального анализа и радиоастрономических наблюдений.

Биофизика рассматривает физические и физико-химические явления в живых организмах, влияние различных физических факторов на живые системы.

Физика как основа научно-технического прогресса. Исследования тепловых явлений в XIX в. способствовали быстрому совершенствованию тепловых двигателей. Фундаментальные исследования в области электромагнетизма привели к возникновению и быстрому развитию *электротехники*. В первой половине XIX в. был создан телеграф, в середине века появились электрические осветители, а затем электродвигатели. Во второй половине XIX в. химические источники электрического тока стали вытесняться электрогенераторами. XIX век завершился триумфально: появился телефон, родилось радио, был создан автомобиль с бензиновым двигателем, в ряде столиц открылись линии метрополитена, зародилась авиация.

А между тем научно-технический прогресс еще только набирал темп; научно-техническая революция XX в. еще только назревала. Сначала возникла вакуумная электроника (электронные лампы, электронно-лучевые трубки); в 50-х годах стала развиваться полупроводниковая электроника (в 1948 г. был изобретен транзистор); в 60-х годах родилась микроэлектроника. Прогресс в области электроники привел к созданию совершенных систем радиосвязи, радиоуправления, радиолокации. Развивается телевидение, сменяются одно за другим поколения ЭВМ (растет их быстродействие, совершенствуется память, расширяются функциональные возможности), появляются промышленные роботы. В 1957 г. состоялся вывод на околоземную орбиту первого искусственного спутника Земли; 1961 г. — полет Ю.А. Гагарина — первого космонавта планеты; 1969 г. — первые люди на Луне. Нас почти уже не удивляют поразительные успехи космической техники. Мы привыкли

к запускам искусственных спутников Земли (их число давно перевалило за тысячу); становятся все более привычными полеты космонавтов на пилотируемых космических кораблях, их многодневные вахты на орбитальных станциях. Мы познакомились с обратной стороной Луны, получили фотоснимки поверхности Венеры, Марса, Юпитера, кометы Галлея.

Фундаментальные исследования в области ядерной физики позволили вплотную приступить к решению одной из наиболее острых проблем — энергетической проблемы. Первые ядерные реакторы появились в 40-х годах, а в 1954 г. в СССР начала действовать первая в мире атомная электростанция — родилась *ядерная энергетика*. В настоящее время на Земле работают около 450 АЭС; они дают около 10% всей производимой в мире электрической энергии. Развернуты интенсивные исследования по термоядерному синтезу; прокладываются пути к термоядерной энергетике.

Лазерный луч выполняет разнообразные технологические операции (сваривает, режет, пробивает отверстия, закаливает, маркирует и т. д.), используется в качестве хирургического скальпеля, выполняет точнейшие измерения, трудится на строительных площадках и взлетно-посадочных полосах аэродромов, контролирует степень загрязнения атмосферы и океана. В ближайшей перспективе лазерная техника позволит реализовать в широких масштабах оптическую связь и оптическую обработку информации, произвести своеобразную революцию в химии (управление химическими процессами, получение новых веществ и, в частности, особо чистых веществ) и осуществить управляемый термоядерный синтез.

Погрешности физических величин. Обработка результатов измерений

При выполнении лабораторных работ ученики осуществляют постановку тех или иных физических экспериментов. Целью указанных экспериментов является определение некоторых физических величин с помощью измерений. При этом существенное значение имеет точность проводимых измерений. Оценка погрешностей полученных результатов является неотъемлемой частью каждой экспериментальной работы. Поэтому в задачу лабораторного практикума по физике входит не только знакомство с методами и средствами измерений, но и обучение методам определения ошибок, возникающих в процессе проведения измерений различными измерительными приборами.

Физические измерения. Физические измерения делятся на прямые и косвенные. К прямым относятся измерения линейных размеров предметов различными измерительными инструментами: измерения времени секундомером, измерения электрических величин электроизмерительными приборами.

В большинстве случаев искомую величину нельзя получить непосредственно прямым измерением. Тогда измеряют некоторые другие величины, связанные определенными соотношениями. При таких измерениях, называемых косвенными, экспериментатор должен вычислить нужную величину, используя физические законы и математические формулы. К косвенным относятся, например, проводимые в учебных лабораториях измерения плотности тел.

При измерениях возможны систематические ошибки и промахи.

Систематические ошибки возникают от ряда факторов: влияние электрического или магнитного поля на прибор, неправильное расположение прибора или его стрелки и пр. Систематические ошибки можно учесть или устранить, например, установить корректором стрелку прибора на нуль, устранить влияние электрического поля.

Промахи — это грубые ошибки, допущенные при измерениях. Результаты таких измерений обычно значительно отличаются от значения искомой величины. Результаты промахов отбрасывают.

Погрешности измерений. Любое измерение производится с какой-то степенью точности. Это связано с несовершенством измерительных приборов, методики измерений, несовершенством органов человеческих чувств и т. п. При этом измеренная величина всегда отличается от ее истинного значения. Так возникают погрешности. Погрешности оказываются весьма значительными. Поэтому необходимо оценивать погрешности полученного результата. Без такой оценки результат опыта не имеет практической ценности. Обычно значение измеренной величины X записывают в следующем виде: $X \pm \Delta x$, где Δx — абсолютная погрешность.

Оценка погрешностей при прямых измерениях. Для повышения точности измерений следует по возможности устранить математические погрешности.

Можно также исключить некоторые виды систематических погрешностей, используя специальные методы измерений. Так, влияние уже упомянутой неравноплечности весов можно устранить, взвесив исследуемое тело дважды — сначала на одной чаше весов, а затем на другой. Однако всегда остается ошибка, связанная с погрешностью используемого прибора, а также случайными погрешностями, которые заранее учесть нельзя.

В том случае, если погрешность прибора заведомо больше величины случайных погрешностей, присущих данному методу при данных условиях эксперимента, достаточно выполнить измерение один раз. Тогда абсолютная погрешность измерения будет равна погрешности прибора. Если, наоборот, определяющей является случайная погрешность, надо уменьшить ее величину с помощью многократных измерений. Рассмотрим методику оценки случайной погрешности в этом случае.

Предположим, что мы произвели n прямых измерений величины X . Обозначим через X_1, X_2, \dots, X_n результаты отдельных измерений, которые вследствие наличия случайных погрешностей будут в общем случае неодинаковыми. В теории вероятностей доказывается, что ис-

тинное значение измеряемой величины (при отсутствии систематических погрешностей) равно ее среднему значению, получаемому при бесконечно большом числе измерений, т. е.

$$x_{\text{ср}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}. \quad (1)$$

Отклонения измеренных значений x_n от $x_{\text{ср}}$ носят случайный характер и называются *абсолютными ошибками отдельных измерений*:

$$\Delta x_i = |x_{\text{ср}} - x_i|, \quad (2)$$

где $i = 1, \dots, n$.

Погрешности. Введем следующие обозначения: A, B, C, \dots — некоторые физические величины. Тогда $A_{\text{пр}}$ — приближенное значение физической величины, т. е. значение, полученное путем прямых или косвенных измерений, а Δ — абсолютная погрешность измерения любой физической величины; таким образом ΔA — абсолютная погрешность некоторой физической величины A , а ε — относительная погрешность измерения некоторой физической величины, например, A :

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\text{пр}}} \cdot 100\%.$$

Максимальная погрешность прямых измерений складывается из абсолютной инструментальной погрешности и абсолютной погрешности отсчета при отсутствии других погрешностей:

$$\Delta A = \Delta_{\text{и}} A + \Delta_0 A,$$

где $\Delta_{\text{и}} A$ — абсолютная инструментальная погрешность, определяемая конструкцией прибора, $\Delta_0 A$ — абсолютная погрешность отсчета (получающаяся от недостаточно точного отсчета показаний средств измерения); она равна в большинстве случаев половине цены деления, при измерении времени — цене деления секундомера.

Абсолютную погрешность измерения обычно округляют до одной значащей цифры ($\Delta A = 0,17 \approx 0,2$); числовое значение результата измерений округляют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и цифра погрешности ($A = 10,332 \approx 10,3$).

Относительная погрешность. Допустим, что при измерении двух физических величин получены следующие значения: $A = 2,5 \pm 0,05$, $B = 0,025 \pm 0,001$. Спрашивается, какая из этих величин измерена с большей точностью? Можно заметить, что граница абсолютной погрешности $\Delta A = 0,05$ больше $\Delta B = 0,001$ в 50 раз.

Однако из этого не следует, что второе измерение выполнено с большей точностью. Характеристикой точности измерений является относительная погрешность $\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x}$, которая показывает, какую долю (или сколько процентов) составляет граница абсолютной погрешности от измеренной величины. В нашем случае: $\frac{\Delta A}{A} = 0,02$; $\frac{\Delta B}{B} = 0,04$, т. е. $\varepsilon_A = 2\%$, а $\varepsilon_B = 4\%$, т. е. первое измерение произведено точнее.