

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72
К28

Одобрено Научно-редакционным советом корпорации
«Российский учебник» под председательством академиков
Российской академии наук В. А. Тишкова и В. А. Черешнева

Касьянов, В. А.

К28 Физика. Углублённый уровень. 10 класс : учебник / В. А. Касьянов. — 8-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2020. — 480 с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-358-23453-6

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования. Включён в Федеральный перечень учебников в составе завершённой предметной линии.

Учебник предназначен учащимся 10 классов, изучающим физику на углублённом уровне.

Данный учебник создан с учётом современных научных представлений и включает следующие основные разделы: «Механика», «Молекулярная физика», «Электростатика».

Достоинством учебника является тщательно разработанный методический аппарат, включающий вопросы, задачи различной степени сложности, творческие задания, описания лабораторных работ. Книга хорошо иллюстрирована.

К учебнику изданы тетради для контрольных работ, дидактические материалы.

Раздел «Лабораторные работы» подготовлен при участии Г. Г. Никифорова.

Творческие задания составлены О. А. Крысановой и Н. В. Ромашкиной.

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72

РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК

Учебное издание

Касьянов Валерий Алексеевич

ФИЗИКА. Углублённый уровень. 10 класс

Учебник

Зав. редакцией *И. Г. Власова*. Ответственный редактор *А. О. Тупикин*

Оформление *М. В. Мандрыкина*. Художник *Л. Я. Александрова*

Художественный редактор *М. В. Мандрыкина*. Технический редактор *И. В. Грибкова*

Компьютерная вёрстка *С. Л. Мамедова*. Корректор *Г. И. Мосякина*

Подписано к печати 10.07.19. Формат 70 × 90^{1/16}. Гарнитура «Школьная».

Печать офсетная. Усл. печ. л. 35,1. Тираж 3000 экз. Заказ №

ООО «ДРОФА». 123112, г. Москва, Пресненская набережная,
дом 6, строение 2, помещение № 1, этаж 14.



rosuchebnik.rf/метод

Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги
можно отправлять по электронному адресу: expert@rosuchebnik.ru

По вопросам приобретения продукции издательства обращайтесь:
тел.: 8-800-700-64-83; e-mail: sales@rosuchebnik.ru

Электронные формы учебников, другие электронные материалы и сервисы:
lecta.rosuchebnik.ru, тел.: 8-800-555-46-68

В помощь учителю и ученику: регулярно пополняемая библиотека дополнительных
материалов к урокам, конкурсы и акции с поощрением победителей, рабочие программы,
вебинары и видеозаписи открытых уроков rosuchebnik.rf/метод

ISBN 978-5-358-23453-6

© ООО «ДРОФА», 2014

© ООО «ДРОФА», 2019, с изменениями

ВВЕДЕНИЕ

1

Физика в познании вещества, поля, пространства и времени

§ 1. Что изучает физика

Возникновение физики. Любое природное явление в окружающем нас мире имеет множество характеристик и признаков. Например, море ассоциируется с водой и пеной, шумом приливов и отливов, водорослями и рыбами.

Любознательность, стремление увидеть общее в разрозненных проявлениях и признаках природных явлений, понять причины, порождающие их, а также желание предсказать их возникновение неизменно стимулировали научное познание.

Каждому любознательному человеку, несомненно, интересно узнать, чем отличаются различные звуки и что у них общего, что определяет разный цвет тел, что общего между падением тел на Землю и движением звёзд и планет.

Физика как экспериментальная наука возникла из астрономии, фиксирующей повторяемость в движении звёзд и планет. Сама природа принимала участие в астрономических экспериментах, подобно бесконечной рулетке выбрасывая повторяющиеся события.

Смена времён года, смена дня и ночи, цикличность перемещения звёзд и планет по небесному куполу, чёткая периодичность солнечных и лунных затмений свидетельствовали об определённых закономерностях природных явлений.

Астрономы фиксировали и классифицировали данные своих наблюдений и, что особенно важно, проводили измерения. На результатах этих измерений строились количественные объяснения основных закономерностей движения небесных тел.

Количественный подход. Начало физике положил итальянский учёный *Галилео Галилей*, поставивший первые физические эксперименты и предложивший теоретическое объяснение движения тел. До Галилея изучение движения основывалось на чисто философских выводах и было описательным.

Физика — наука о наиболее общих и фундаментальных закономерностях, определяющих структуру и эволюцию материального мира.

Физика, как и любая другая естественная наука, основывается на количественных наблюдениях.

Изучая падение тел разной массы, Галилей не просто наблюдал за их движением, но и *измерял высоту*, с которой падают тела, и *определял время* их падения.

В результате измерений Галилеем были получены *количественные* соотношения между величинами.

Базовые физические величины в механике. Среди многочисленных физических величин выделяют основные, или базовые, величины, через которые с помощью определённых количественных соотношений выражаются все остальные. Такими величинами являются *длина*, *время*, характеризующие расположение тел в пространстве в определённый момент времени, и *масса*, определяющая гравитационные и инерционные свойства тел.

Кратные и дольные единицы. Определив в Международной системе единиц основные единицы (метр — для длины, секунда — для времени, килограмм — для массы) в зависимости от диапазона измерений, удобно

Таблица 1

Приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Степень	Приставка	Символ	Примеры	Степень	Приставка	Символ	Примеры
10^{18}	экса-	Э	эксаджоуль, ЭДж	10^{-1}	деци-	д	децибел, дБ
10^{15}	пета-	П	петаватт, ПВт	10^{-2}	санти-	с	сантиметр, см
10^{12}	тера-	Т	терагерц, ТГц	10^{-3}	милли-	м	миллиметр, мм
10^9	гига-	Г	гигавольт, ГВ	10^{-6}	микро-	мк	микрограмм, мкг
10^6	мега-	М	мегаватт, МВт	10^{-9}	нано-	н	нанометр, нм
10^3	кило-	к	килоом, кОм	10^{-12}	пико-	п	пикофарад, пФ
10^2	гекто-	г	гектопаскаль, гПа	10^{-15}	фемто-	ф	фемтометр, фм
10	дека-	да	деканьютон, даН	10^{-18}	атто-	а	аттокулон, аКл

использовать единицы, бóльшие или меньшие по величине. Эти *кратные* и *дольные единицы* отличаются от системных по порядку величины и обозначаются с помощью соответствующих десятичных приставок (табл. 1).

Например, приставка «кило-» означает введение единицы в тысячу раз (на 3 порядка) большей, чем основная: $1 \text{ км} = 10^3 \text{ м}$.

В О П Р О С Ы

1. Какова роль астрономии в возникновении физики как экспериментальной науки?
2. Что является предметом изучения физики?
3. Почему именно Галилео Галилея считают первым физиком?
4. Какие физические величины называют базовыми или основными?
5. Приведите примеры кратных и дольных единиц.

§ 2. Органы чувств как источник информации об окружающем мире

Диапазон восприятия органов чувств. Органы чувств человека сформировались в процессе длительной биологической эволюции. Являясь источником информации об окружающем мире, они обеспечивают необходимый уровень адаптации человека к возможным изменениям внешней среды. Вместе с тем органы чувств ограничивают возможности познания человеком природных явлений из-за сравнительно узкого диапазона воспринимаемых ими информационных сигналов.

Органы *осязания* не позволяют отличать друг от друга достаточно мелкие шероховатости и различать слабые раздражители. Диапазон воспринимаемой температуры, а также концентрации вредных жидкостей на коже невелик и обеспечивает лишь режим биологического выживания организма.

Рецепторы *вкуса* чувствительны только к ограниченному набору химических соединений и веществ, потребляемых организмом.

Органы *обоняния* реагируют лишь на некоторые газы, пары и их смеси в узком диапазоне концентрации.

Достаточно велики пороговые возможности восприятия малой и большой интенсивности звука органами *слуха*. Однако частотный диапазон сигналов, принимаемых человеческим ухом, ограничен (16 Гц — 20 кГц).

Через орган *зрения* (глаз) человек получает наибольший объём информации по сравнению с другими органами чувств. Однако человеческий глаз не может воспринимать излучение сверхвысокой интенсивности и различать последовательные короткие сигналы (длительностью менее 0,05 с). Видимый свет занимает чрезвычайно узкий (по сравнению со спек-

тром возможных излучений) диапазон длин волн: от 0,38 до 0,78 мкм. Крайне невелика и разрешающая способность глаза: минимальный размер объекта, различаемого глазом, оказывается около 50—80 мкм.

Узкий диапазон восприятия органов чувств по сравнению с широчайшим многообразием природных информационных сигналов всегда оставался существенным препятствием, тормозящим развитие научных представлений об окружающем мире.

Органы чувств и процесс познания. Ограниченный объём информации, получаемый человеком от каждого органа чувств, позволяет уподобить процесс познания окружающего мира ситуации, которая описана в притче о пяти слепых, пытавшихся представить себе, что такое слон. Первый слепой, взобравшийся на спину слона, считал, что это стена. Второй, ощупывающий ногу слона, решил, что это колонна. Третий, взявший в руки хобот, принял его за трубу. Слепой, дотрагивающийся до бивня, думал, что это сабля, а слепой, поглаживающий хвост слона, заподозрил, что это верёвка.

Аналогично недостаток чувственных восприятий, казалось бы, неизбежно должен был привести к неоднозначным и противоречивым представлениям о структуре окружающего мира. «Жизненный опыт» оказывается недостаточным при изучении явлений, характеризующихся пространственными размерами и временным интервалом, недоступными для непосредственного наблюдения. В этих условиях дополнительную информацию можно получить лишь с помощью экспериментальных установок, существенно расширяющих диапазон принимаемых информационных сигналов, и нетривиальных физических теорий, адекватно описывающих основные закономерности физических явлений.

Несмотря на ограниченный диапазон восприятия органов чувств, человек сумел определить структуру вещества и понять природу многочисленных эффектов вне этого диапазона.

Физика и культура. Взаимосвязи физики и культуры многогранны. Художественная литература является источником знаний о единстве мира, путях его познания, о возможных направлениях развития приложений физических явлений (научная фантастика). Физические основы акустики совершенствуют запись и воспроизведение звука, музыкальных произведений, рассматривая музыкальные инструменты как физико-акустические приборы. В то же время компьютерная обработка информации позволяет интенсифицировать изобразительные средства телевидения и кинематографа. Новые строительные материалы, разрабатываемые в научных лабораториях, дают возможность современной архитектуре существенно совершенствовать строительные конструкции и

проектировать их на основе физических законов. Радиоуглеродный метод геохронологии позволяет с большой точностью определить как возраст древнейших памятников культуры (рукописей, картин, скульптур, строений и т. д.), так и время вымирания доисторических животных.

В О П Р О С Ы

1. Почему диапазон восприятия органов чувств человека достаточен для адаптации к жизни в земных условиях?
2. Как ограниченность диапазона восприятия органов чувств препятствует формированию научных представлений об окружающем мире?
3. Чем ограничен диапазон восприятия органов осязания, вкуса, обоняния и слуха?
4. Какой диапазон длин волн излучения, называемый световым, воспринимается глазом?
5. Что компенсирует недостаток восприятия органов чувств человека при формировании представлений об окружающем мире?

§ 3. Эксперимент. Закон. Теория

Особенности научного эксперимента. Суть любого научного эксперимента состоит в наблюдении явления и получении данных, его характеризующих.

Классификация и анализ экспериментальных данных выявляют характер изменения наблюдаемых величин или их постоянство. Результаты таких исследований формулируются в виде определённых закономерностей.

Физический закон — соотношение между физическими величинами, устойчиво проявляющееся при определённых условиях в эксперименте.

Особая ценность получаемого из опыта закона состоит в том, что с его помощью часто можно описать не только изучаемое явление, но и ряд других явлений и экспериментов. Сравнительно небольшое число основных, фундаментальных физических законов достаточно для описания многих природных явлений. Объяснить явление помогают интуиция, воображение, догадка.

Научная гипотеза является предположением о том, что существует связь между известным и вновь объясняемым явлением.

Дав количественное описание падения тел на землю, Галилей не ответил на вопрос, почему они падают. **Исаак Ньютон**, основоположник фундаментальной физической теории, высказал гипотезу, согласно которой причина падения тел — притяжение их к Земле. Ньютоном была создана классическая теория тяготения.

Научная теория содержит постулаты, определения, гипотезы и законы, объясняющие наблюдаемое явление.

Любая физическая теория является некоторым приближением к реальности. Результаты теории постоянно проверяются *экспериментом*, являющимся *критерием правильности теории*. Даже временное совпадение теории с экспериментом не означает её абсолютной правильности. Расхождение теории с корректно поставленным экспериментом приводит к совершенствованию старой или созданию принципиально новой теории, дающей новые законы и более глубокое понимание физической реальности.

Фундаментальные физические теории. Особенно ценной в физике считается теория, предсказывающая новые экспериментальные эффекты, которые не могут быть объяснены в рамках прежней теории. Примером такой теории является общая теория относительности *Альберта Эйнштейна*, предсказавшая и количественно описавшая отклонение светового луча в поле тяготения — эффект, который нельзя было объяснить в рамках теории тяготения Ньютона.

Особенностью фундаментальных физических теорий является их *преemptивность*. Более общая теория включает частные, уже известные законы и определяет границы применимости предыдущей теории. Так, механика Ньютона в течение двух столетий прекрасно описывала наблюдаемое поведение макроскопических тел. Однако движение тел со скоростью, близкой к скорости света, она объяснить не смогла. Специальная теория относительности Эйнштейна, основанная на постулатах, отличных от ньютоновских, объяснила законы движения тел, движущихся со скоростью, сравнимой со скоростью света. Для небольшой скорости (много меньшей скорости света) результаты теории относительности совпадают с результатами классической механики Ньютона. Это совпадение и определяет одну из границ применимости теории Ньютона.

1) Классическая механика справедлива для описания движения тел, скорость которых много меньше скорости света.

Существует и другая граница применимости классической механики.

2) С помощью теории Ньютона нельзя описать процессы в микромире, которые активно используют современная электроника, компьютерная техника, новые технологии.

Ни одна физическая теория не может быть признана окончательной и верной навсегда. Всегда существует вероятность, что новые наблюдения потребуют уточнения теории. В этом смысле всё изучается лишь для того, чтобы через некоторое время снова стать непонятным или в лучшем случае потребовать исправления.

ВОПРОСЫ

1. В каком случае соотношение между физическими величинами можно назвать физическим законом?

2. В чём ценность фундаментальных законов?
3. Перечислите основные компоненты физической теории.
4. Что означает преемственность фундаментальной физической теории?
5. Почему эксперимент является критерием правильности физической теории?

§ 4. Физические модели

Модельные приближения. Физические законы — лишь некоторые ступени в познании окружающего мира. Изучение сложных природных явлений в полном объёме часто невозможно без введения упрощающих предположений. В таком случае полученные теорией результаты могут служить в качестве приближения при описании реальной картины явления.

Подобные приближения часто называют *модельными*. В повседневном разговоре слово «модель» используется достаточно часто (применительно к небоскрёбу, железной дороге, демонстраторам одежды и т. д.).

Модель в физике — упрощённый аналог физической системы (процесса), сохраняющий её (его) главные черты.

Например, при полёте теннисного мяча в воздухе следует иметь в виду, что он не идеально сферичен и не идеально твёрд. На его движение оказывают влияние сопротивление воздуха и ветер. При движении мяч может вращаться, а сила тяжести, действующая на мяч, изменяется с высотой. Вообще говоря, следует учитывать и вращение Земли. При учёте всех этих факторов проанализировать движение мяча практически невозможно. Тем не менее, пренебрегая размерами мяча, сопротивлением воздуха, вращением Земли и считая постоянной силу тяжести, можно рассчитать, что мяч движется по параболической траектории. Результаты теоретического расчёта достаточно точно описывают реальную траекторию движения мяча (хотя и несколько отличающуюся от параболической). Это означает, что созданная идеализированная модель содержит наиболее важные черты системы, а мы пренебрегли не самыми существенными её характеристиками. В то же время теория принципиально расходится с экспериментом, если пренебречь силой притяжения мяча к Земле. В этом случае мяч должен двигаться равномерно и прямолинейно, а не по параболе. Отсюда следует, что важнейшим фактором, который следовало учитывать при теоретическом рассмотрении данного движения, является сила тяжести.

Границы применимости физической теории. Успех описания явления зависит от того, насколько удачно выбрана физическая модель, насколько она адекватна явлению.

Наглядность моделей позволяет лучше представить, например, структуру вещества, а также природу физических процессов и явлений.

Для описания сложных физических систем используется целый ряд стандартных физических моделей: материальная точка, абсолютно твёрдое тело, математический маятник, идеальный проводник, изолятор и т. д.

Любая теория является описанием некоторой модели физической системы, некоторым приближением к реальности и поэтому в дальнейшем может быть развита и обобщена. В этом смысле одни и те же модели могут использоваться для объяснения различных физических явлений. Эйнштейна восхищало то, что «можно так много сделать, зная так мало».

В О П Р О С Ы

1. Чем определяются границы применимости физической теории?
2. Что такое модель в физике?
3. Приведите пример физической модели.
4. Что определяет адекватность модели физическому явлению?
5. В чём заключается взаимосвязь теории и физической модели?

§ 5. Идея атомизма

Гипотеза Демокрита. Первой наиболее перспективной научной гипотезой о строении вещества была идея атомизма. Греческий философ **Демокрит** в V в. до н. э. предположил, что *все вещества состоят из невидимых человеческим глазом малых частиц — атомов* (от греч. atomos — неделимый). Атомистическая гипотеза впервые в научном познании предполагала существование объектов, недоступных восприятию органов чувств человека. Эта гениальная идея человеческого разума нашла своё экспериментальное подтверждение лишь через два тысячелетия, в XIX в., в работах английского физика и химика **Джона Дальтона**. Объясняя химические превращения и реакции, он пришёл к выводу, что каждому химическому элементу соответствует свой тип мельчайших невидимых атомов, а все вещества состоят из химических соединений атомов.

Последующая классификация атомов в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева в порядке возрастания массы показала, что всего в настоящее время насчитывается 118 химических элементов. Это означает, что многообразный окружающий мир сконструирован примерно из сотни типовых блоков — атомов.

Модели в микромире. Исследования структуры вещества на пространственных масштабах, меньших атомарных, привели к открытию новых простейших кирпичиков мироздания. В 1887 г. английский физик **Джозеф Томсон** обнаружил ещё одну частицу — *электрон*. По своим характеристикам электрон не вписывался в Периодическую систему химических элементов Д. И. Менделеева.

Открытие английским физиком *Эрнестом Резерфордом* в 1911 г. атомного ядра привело к созданию *планетарной модели атома*. Согласно этой модели атом состоит из *ядра*, вокруг которого вращаются электроны.

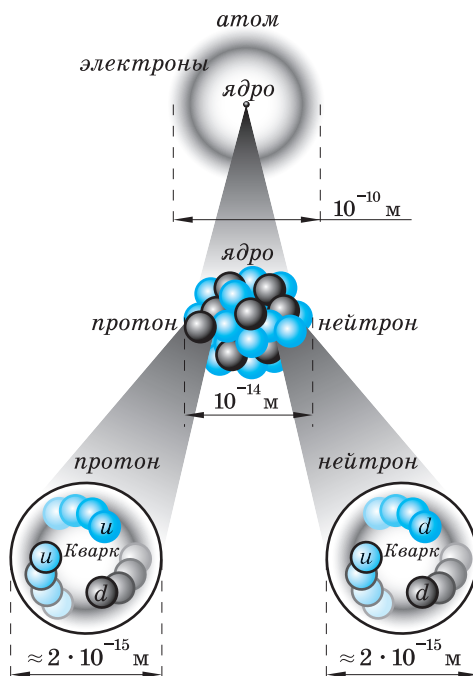
Последующие эксперименты (1914—1932) показали, что атомное ядро состоит из тяжёлых (по сравнению с электроном) частиц: электронейтральных *нейтронов* и положительно заряженных *протонов*. Заряд протона равен по величине и противоположен по знаку отрицательному заряду электрона. В целом атом электронейтрален, так как число протонов в ядре равно числу электронов в атоме.

Число протонов в ядре определяет химические свойства атома и его место в Периодической таблице химических элементов Д. И. Менделеева.

Согласно современным представлениям, протон и нейтрон являются сложными частицами, состоящими из трёх *кварков* (рис. 1).

К настоящему времени открыто свыше 400 *элементарных частиц*.

Элементарная частица — микробъект, который невозможно расщепить на составные части.



1

Структура атома: протон и нейтрон — частицы, состоящие из трёх кварков

Элементарные частицы классифицируют по массе на две большие группы. Лёгкие частицы образуют группу *лептонов* (от *греч.* leptós — мелкий).

Тяжёлые частицы относятся к группе *адронов* (от *греч.* hadrós — сильный).

Особую (третью) группу составляют частицы — *переносчики взаимодействий* между частицами. В частности, *фотон* переносит минимальную порцию энергии электромагнитного поля.

В О П Р О С Ы

1. В чём состояла гипотеза Демокрита о строении вещества?
2. Какие выводы следовали из экспериментов Д. Дальтона?
3. От чего зависят химические свойства атома и его место в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева?
4. Используя знания о строении атома из основной школы и, если требуется, Интернет, воспроизведите цепочку научных гипотез и открытий, позволивших Резерфорду создать планетарную модель атома.
5. По какому признаку элементарные частицы подразделяют на три группы?

§ 6. Фундаментальные взаимодействия

Виды взаимодействий. Упорядоченность расположения небесных тел во Вселенной объясняется их взаимодействием друг с другом. Структура вещества этих тел стабильна благодаря связям между составляющими его частицами. Несмотря на то что в веществе содержится большое число различных элементарных частиц, существует лишь четыре вида фундаментальных взаимодействий между ними: *гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное.*

Фундаментальные взаимодействия — взаимодействия, которые не могут быть сведены к другим, более простым видам взаимодействий.










Все процессы и явления в природе (падение яблока, взрыв сверхновой звезды, прыжок кузнечика или радиоактивный распад веществ) являются результатом этих взаимодействий.

Гравитационное взаимодействие универсально: в нём участвуют все элементарные частицы.

Слабое взаимодействие присуще всем частицам, кроме фотона.

Таблица 2

Взаимодействия, в которых участвуют основные элементарные частицы

Лептоны	Нейтральный  (нейтрино)	Заряженный  (электрон)	Цветовое обозначение взаимодействий	
			Гравитационное	
Адроны	Нейтральный  (нейтрон)	Заряженный  (протон)	Слабое	
			Электромагнитное	
			Сильное	
Фотон				

Электромагнитное взаимодействие связывает между собой частицы, содержащие электрические заряды.

Сильное взаимодействие определяет связи только между адронами.

В таблице 2 условно представлены важнейшие элементарные частицы, принадлежащие к основным группам (адроны, лептоны, переносчики взаимодействий), и показаны типы взаимодействий, в которых эти частицы могут участвовать.

Важнейшей характеристикой фундаментального взаимодействия является его *радиус действия* (табл. 3).

Радиус действия взаимодействия — максимальное расстояние между частицами, за пределами которого их взаимодействием можно пренебречь.

При малом радиусе действия взаимодействие называют *короткодействующим*, при большом — *дальнодействующим*.

Сильное и слабое взаимодействия являются короткодействующими. Их интенсивность быстро убывает при увеличении расстояния между частицами. Такие взаимодействия проявляются на небольшом расстоянии, недоступном для восприятия органами чувств. По этой причине сильное и слабое взаимодействия были открыты позже других (лишь в XX в.) с помощью сложных экспериментальных установок.

Таблица 3

Основные характеристики фундаментальных взаимодействий

Взаимодействие	Взаимодействующие частицы	Радиус действия, м	Относительная интенсивность*
Гравитационное	Все	∞	1
Слабое	Все, кроме фотона	10^{-17}	10^{32}
Электромагнитное	Заряженные частицы	∞	10^{36}
Сильное	Адроны	10^{-15}	10^{38}

* Относительная интенсивность взаимодействия — отношение сил фундаментальных взаимодействий двух протонов, находящихся на расстоянии, равном их диаметру (≈ 2 фм).

Электромагнитное и гравитационное взаимодействия являются дальнедействующими. Такие взаимодействия медленно убывают при увеличении расстояния между частицами и не имеют конечного радиуса действия.

Взаимодействие как связь структур вещества. В атомном ядре *связь протонов и нейтронов обуславливает сильное взаимодействие.* Оно обеспечивает исключительную прочность ядра, лежащую в основе стабильности вещества в земных условиях. На расстоянии, большем 10^{-15} м (порядка размера ядра), силы притяжения между протонами и нейтронами резко убывают, переставая их связывать друг с другом.

Слабое взаимодействие в миллион раз менее интенсивно, чем сильное. Оно *действует между большинством элементарных частиц*, находящихся друг от друга на расстоянии, меньшем 10^{-17} м. Слабым взаимодействием определяются радиоактивный распад урана, реакции термоядерного синтеза на Солнце. Как известно, именно излучение Солнца является основным источником жизни на Земле.

Электромагнитное взаимодействие, являясь дальнедействующим, определяет структуру вещества за пределами радиуса действия сильного взаимодействия. Электромагнитное взаимодействие *связывает электроны и ядра в атомах и молекулах.* Оно объединяет атомы и молекулы в различные вещества, определяет химические и биологические процессы. Силы упругости, трения, вязкости, магнитные силы являются силами электромагнитной природы. В частности, электромагнитное отталкивание молекул, находящихся на малых расстояниях, вызывает силу реакции опоры, в результате чего мы, например, не проваливаемся

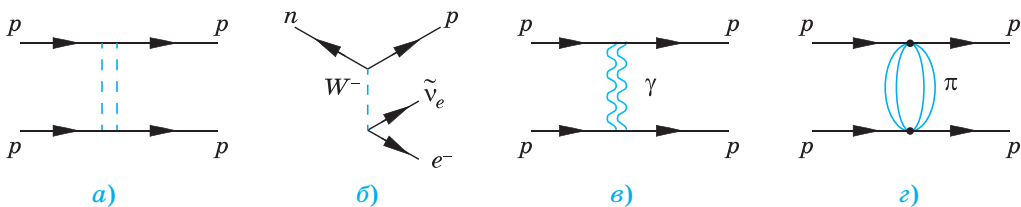
сквозь пол. Электромагнитное взаимодействие не оказывает существенного влияния на взаимное движение макроскопических тел большой массы, так как каждое тело электронейтрально, т. е. содержит примерно одинаковое число положительных и отрицательных зарядов.

Гравитационное взаимодействие прямо пропорционально массе взаимодействующих тел. Из-за малости массы элементарных частиц гравитационное взаимодействие между частицами невелико по сравнению с другими видами взаимодействия, поэтому гравитационное взаимодействие в процессах микромира несущественно.

При увеличении массы взаимодействующих тел (т. е. при увеличении числа содержащихся в них частиц) гравитационное взаимодействие между телами возрастает прямо пропорционально их массе. В связи с этим в макромире при рассмотрении движения планет, звёзд, галактик, а также движения небольших макроскопических тел в их полях гравитационное взаимодействие становится определяющим. Оно удерживает атмосферу, моря и всё живое и неживое на Земле, Землю, вращающуюся по орбите вокруг Солнца, Солнце в пределах Галактики. Гравитационное взаимодействие играет главную роль в процессах образования и эволюции звёзд.

Фундаментальные взаимодействия элементарных частиц изображаются с помощью специальных диаграмм (рис. 2), на которых реальной частице соответствует прямая линия, а её взаимодействие с другой частицей изображается либо пунктиром, либо кривой.

Современные физические представления о фундаментальных взаимодействиях постоянно уточняются. В 1967 г. **Шелдон Глэшоу**, **Абдус Салам** и **Стивен Вайнберг** создали теорию, согласно которой электромагнитное и слабое взаимодействия представляют собой проявление **единого электрослабого взаимодействия**. Если расстояние от элемен-



▲ 2

Диаграммы взаимодействий элементарных частиц:

a — гравитационное; б — слабое; в — электромагнитное; г — сильное

тарной частицы меньше радиуса действия слабых сил (10^{-17} м), то различие между электромагнитным и слабым взаимодействиями исчезает.

Таким образом, число фундаментальных взаимодействий сократилось до трёх. В настоящее время экспериментальную проверку проходит теория «*великого объединения*». Согласно этой теории, объединяющей сильное, слабое и электромагнитное взаимодействия, существуют лишь два типа взаимодействий: *объединённое* и *гравитационное*. Не исключено, что все четыре взаимодействия являются частными проявлениями единого взаимодействия. На предпосылках таких предположений мы остановимся более подробно при обсуждении теории возникновения Вселенной (модель Большого взрыва).

ВОПРОСЫ

1. Как расположить в порядке возрастания интенсивности фундаментальные взаимодействия?
2. Для взаимодействия каких частиц характерно каждое фундаментальное взаимодействие?
3. Какие фундаментальные взаимодействия являются короткодействующими и какие — дальнедействующими? Чему равен их радиус действия?
4. Какие взаимодействия включает электрослабое?
5. Какие взаимодействия объединяет теория «великого объединения»?

ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Какова методика проведения социального эксперимента? Выделите общие и различные этапы проведения физического и социального экспериментов. Ответ представьте в виде таблицы. В каком социальном эксперименте вы принимали участие? Предложите проблематику социальных экспериментов, в которых вы будете активным участником-исследователем.
2. Проанализируйте в хронологическом аспекте, какова роль органов чувств в познании окружающего мира. Результат анализа представьте в виде презентации.
3. Каким образом изменяются восприятие и познание окружающего мира при появлении искусственных органов чувств? Ответ представьте в виде презентации.
4. Зачем в естественных и гуманитарных науках при исследовании различных явлений, процессов пользуются моделями? Приведите конкретные примеры использования моделей в различных областях научного знания. Ответ представьте в виде таблицы.
5. Какие аспекты вашей жизни опираются на модельные представления? Кто «придумывает» для вас эти модели?
6. Какие физические задачи решаются с помощью компьютерного моделирования (назовите не менее трёх)? Какие ваши жизненные задачи можно решить, используя компьютерное моделирование? Напишите алгоритм.
7. Что является «атомом жизни»?