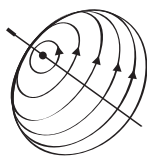
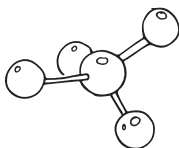
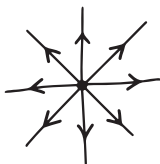
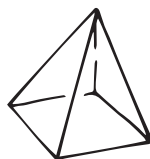




Кирилл Половников

ФИЗИКА

65½ (НЕ)ДЕТСКИХ
ВОПРОСОВ О ТОМ,
КАК УСТРОЕНО ВСЁ



Москва
Издательство АСТ

УДК 53
ББК 22.3
П52

Иллюстрации к книге — *Виталины Будейкиной*

Половников, Кирилл Викторович

П52 Физика. 65 1/2 (не)детских вопросов о том, как все устроено/ Кирилл Половников. — Москва: Издательство АСТ, 2024. — 352 с. — (Наука на пальцах).

ISBN 978-5-17-169914-7 (Наука на пальцах)

ISBN 978-5-17-170834-4 (Понятно о науке)

Книга кандидата физико-математических наук и популяризатора науки Кирилла Половникова построена по принципу «вопрос — ответ». А вопросов, которыми человек задается в течение своей жизни, набралось немало — от обычных бытовых до совершенно абстрактных:

Почему магниты притягиваются?

Как работает микроволновка?

Что такое антиматерия?

Сколько лет нашей Вселенной?

И еще многие-многие другие.

За ответом на каждый из них стоят десятки, сотни, а иногда и тысячи лет развития человеческой мысли. Автор описал базовые идеи, лежащие в основе современной физической картины мира, простым и доступным языком, благодаря чему книга будет понятна как взрослым, так и детям. Желаем вам увлекательного погружения в одну из самых интересных наук — физику!

УДК 53
ББК 22.3

ISBN 978-5-17-169914-7
(Наука на пальцах)

ISBN 978-5-17-170834-4
(Понятно о науке)

© Половников К.В., 2024
© ООО «Издательство АСТ», 2024

Оглавление

Предисловие	9
Введение	13
Вопрос 1. Как устроена наука физика?	13
ЧАСТЬ 1. КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	17
Вопрос 2. Что такое сила и как мы понимаем, что она как-то действует?	18
Вопрос 3. Сколько всего сил существует в природе?	22
Вопрос 4. Что такое инерция, или Почему мы падаем, когда спотыкаемся?	24
Вопрос 5. В чем смысл трех законов Ньютона? ...	28
Вопрос 6. Что такое относительность?	32
Вопрос 7. Какие предметы быстрее падают: легкие или тяжелые?	38
Вопрос 8. Почему Луна не падает на Землю?	41
Вопрос 9. Чему равна скорость света и как ее измерили?	48
ЧАСТЬ 2. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	55
Вопрос 10. Откуда берется электричество и какое оно бывает?	56
Вопрос 11. Что такое электрическое поле?	61
Вопрос 12. Почему магниты притягиваются, или Как работает компас?	68
Вопрос 13. Что такое электрический ток, откуда и куда он «течет»?	72

Вопрос 14. Откуда берется магнитное поле?	75
Вопрос 15. Как при помощи магнита получить электричество?.....	79
Вопрос 16. Как работают электростанции?	81
Вопрос 17. Как связаны электрические и магнитные поля?.....	84
Вопрос 18. Что такое электромагнитные волны и какие они бывают?	88
Вопрос 19. Как происходит интерференция и в чём суть двухщелевого эксперимента?	93
ЧАСТЬ 3. ТЕРМОДИНАМИКА.....	100
Вопрос 20. Что такое температура?.....	101
Вопрос 21. Какая в природе самая низкая и самая высокая температура?	108
Вопрос 22. Какая температура в космосе?	110
Вопрос 23. Что такое давление и как газы вообще могут давить?	112
Вопрос 24. Что означает миллиметр ртутного столба и при чём тут атмосферное давление?.....	115
Вопрос 25. Почему вакуум засасывает?	120
Вопрос 26. Зачем мы потеем?.....	122
Вопрос 27. Что такое влажность воздуха?	123
Вопрос 28. Как в термодинамике измеряют хаос и при чём тут энтропия?.....	128
Вопрос 29. Как работает микроволновка и почему она нагревает?	133
Вопрос 30. Почему железо светится, если его нагреть?.....	136
Вопрос 31. В чем заключалась ультрафиолетовая катастрофа?	139
ЧАСТЬ 4. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА.....	142
Вопрос 32. Что такое кванты и зачем они нужны?	143

Вопрос 33. За что Эйнштейну дали Нобелевскую премию?	145
Вопрос 34. Что такое корпускулярно-волновой дуализм?	150
Вопрос 35. Из чего всё состоит? (Часть 1).....	154
Вопрос 36. Откуда берется радиация?	158
Вопрос 37. Похожи ли атомы на планетные системы?	165
Вопрос 38. Могут ли частицы быть волнами?	174
Вопрос 39. В чем суть принципа неопределенности?	178
Вопрос 40. Почему кот Шрёдингера и жив и мертв одновременно?	183
Вопрос 41. Почему частицы ведут себя по-другому, когда за ними наблюдают?	188
ЧАСТЬ 5. ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ	199
Вопрос 42. Зачем нужно было придумывать теорию относительности?	200
Вопрос 43. Что такое релятивистские эффекты и что означает формула Эйнштейна $E = mc^2$?	204
Вопрос 44. Может ли время замедляться и в чем суть парадокса близнецов?	210
Вопрос 45. Действительно ли время может замедляться и реально ли создать машину времени?	216
Вопрос 46. Что будет, если бежать со скоростью света параллельно лучу света?	223
Вопрос 47. А можно ли двигаться быстрее скорости света?	225
Вопрос 48. Почему СТО противоречит закону всемирного тяготения?	232
Вопрос 49. Как Эйнштейн понял, что пространство искривляется?	234
Вопрос 50. Какие существуют подтверждения правильности ОТО?	243

Вопрос 51. Что такое гравитационная линза и как она работает?	252
Вопрос 52. Как можно увидеть искривление времени?	254
Вопрос 53. Как работают GPS / ГЛОНАСС и при чём здесь теория относительности?	256
Вопрос 54. Что такое черные дыры и как они выглядят?	260
ЧАСТЬ 6. КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ	
Вопрос 55. Что такое антиматерия?	273
Вопрос 35. Из чего всё состоит? (Часть 2), или Кто живет в «зоопарке» элементарных частиц?	280
Вопрос 56. Что такое кварки и сколько их вообще?	290
Вопрос 57. Как устроена Стандартная модель? ...	295
Вопрос 58. Что такое квантовые поля?	302
Вопрос 59. Почему несовместимы квантовая механика и теория относительности?	306
Вопрос 60. В чем суть теории струн и откуда берется 10-мерное пространство?	311
ЧАСТЬ 7. КОСМОЛОГИЯ	319
Вопрос 61. Насколько огромна наша Вселенная?	320
Вопрос 62. Сколько лет нашей Вселенной и как мы это узнали?	327
Вопрос 63. Теория Большого взрыва — что и где вообще взорвалось?	332
Вопрос 64. Чем темная материя отличается от темной энергии?	338
Вопрос 65. Как в теории инфляции появляются параллельные Вселенные?	344
Заключение	349

Предисловие

Я думаю, любой человек на том или ином этапе своей жизни задавался вопросами о том, как устроен окружающий его мир, какие силы управляют множеством природных явлений, как работают различные бытовые приборы и т.д. Сначала лавина этих вопросов обрушивается на родителей; потом, когда дети становятся старше, с этими вопросами начинают работать воспитатели детского сада и школьные учителя. Кому-то удастся сохранить свое детское любопытство еще дольше и пронести его уже во взрослую жизнь, и тогда вопросы об устройстве мироздания адресуются специалистам и экспертам в интересующей человека области. И одним из таких специалистов стал я, когда защитил сначала диплом магистра физики, а потом — диссертацию. Мои друзья и знакомые, узнав, что я кандидат физико-математических наук, стали обращаться ко мне с просьбами объяснить природу всевозможных явлений с точки зрения физики.

Вопросы эти могут быть абсолютно разного масштаба и наивности: от каких-то бытовых

(например, «Почему магниты притягиваются?» или «Как работает микроволновка?») до совершенно абстрактных (к примеру, «Что такое антиматерия?» или «Сколько лет нашей Вселенной?»). И за ответом на каждый из этих вопросов стоят десятки, сотни, а иногда и тысячи лет развития человеческой мысли, которые я попытался изложить на страницах этой книги. Так что ответ на даже самый простой и наивный вопрос о природе того или иного явления требует глубокого погружения в различные аспекты современных физических теорий. Поэтому я и назвал эти вопросы (не)детскими.

Книга, которую вы держите в руках, адресована сразу нескольким группам возможных читателей. Во-первых, любопытным детям, которым до зарезу нужно разобраться во всём, понять, как устроен мир вокруг и по каким законам это всё работает. А поскольку далеко не каждый взрослый оказывается способен им ответить и объяснить механизмы природных явлений, то второй группой моих потенциальных читателей я бы назвал именно таких родителей, которые хотят помочь своим детям понять устройство мира, сформировать базовые представления о физической реальности и развить их исследовательский интерес. И, наконец, третья группа читателей, к кому я обращаюсь на страницах данной книги, это взрослые, которые еще не растеряли свое природное любопытство и которые чувствуют, что им не хватает каких-то фундаментальных пониманий физической картины мира и они хотят дополнить и систематизировать свои собственные представления.

В этой книге я собрал ответы на наиболее часто задаваемые (как детьми, так и взрослыми) вопросы об устройстве мира, о том, какие законы природы стоят за повседневными вещами и явлениями, а также попытался описать базовые идеи и принципы, лежащие в основе современной физической картины мира. Всего получилось собрать 65 вопросов. Но ответ на один из них, наиболее важный и сложный, пришлось разбить на две части, поэтому вопросов стало $65 \frac{1}{2}$.

Какие-то вопросы могут вам показаться уж очень простыми, и вы без труда сможете и сами ответить на них — это здорово! Значит, просто пропустите эти главы и читайте только те, которые вызывают у вас интерес. Повествование данной книги составлено таким образом, что в ней можно читать только отдельные главы, получая ответы только на интересующие вас вопросы, и возвращаться к остальным главам позже, когда возникнут новые вопросы. Для этого книга снабжена множеством перекрестных ссылок, поскольку для более полного понимания ответов необходимы знания из разных разделов физики.

Либо вы можете читать все главы книги подряд. И тогда у вас будут постепенно складываться системные представления о физике как науке, а также об идеях и принципах, лежащих в основе каждого ее раздела. Тем более что для ответов на вопросы более поздних глав мы будем часто использовать идеи, описанные в ответах на более ранние вопросы.

12

Так что независимо от вашего стиля чтения желаю вам увлекательного погружения в одну из самых интересных сфер человеческого знания — в науку физику!

Введение

Вопрос 1. Как устроена наука физика?

История развития физики как науки берет свое начало с самых древних времен. Вся свою историю люди пытались понять, как устроен мир вокруг них, придумывали различные объяснения, которые впоследствии начали обретать форму все более сложных концепций и теорий. Какие-то из концепций со временем опровергались более точными наблюдениями или показывали свою неэффективность, не выдерживая конкуренции с более реалистичными объяснениями, и их приходилось отбрасывать или пересматривать. А какие-то идеи античных ученых физики используют до сих пор.

На сегодняшний день принято всю физику делить на два больших блока (или даже — научные парадигмы):

I. Классическая физика — сюда относятся такие разделы, как:

1) Классическая механика — изучает общие законы движения материальных тел и причины его возникновения (различные взаимодействия между телами).

2) Классическая электродинамика — изучает электрические и магнитные поля, их взаимосвязи друг с другом, а также различные электромагнитные явления (от появления статического электричества до работы электростанций или поездов на магнитных подушках).

3) Классическая термодинамика — изучает различные тепловые процессы, механизмы передачи энергии и ее превращение из одного вида в другой, а также возможные способы использования тепловой энергии в работе двигателей.

4) Оптика — изучает природу света, его поведение и свойства, законы распространения в разных средах и то, как он взаимодействует с веществом.

Все это составляет основу школьного курса физики, который практически полностью посвящен изучению именно классической картины мира, сформированной учеными примерно к концу XIX века. Однако с тех пор в физике много чего поменялось. Было открыто множество новых явлений, требующих для своего описания принципиально новых, даже где-то революционных идей. Так родилась вторая научная парадигма:

II. Неклассическая физика — сюда относятся такие разделы, как:

1) Квантовая механика (и квантовая теория поля) — описывает законы природы, работающие в микромире, на масштабе атомов, ядер и субатомных частиц; изучает закономерности их движения, взаимодействия друг с другом и внешними полями.

2) Теория относительности — описывает законы природы, работающие в макромире, на масштабе звездных систем, скопления галактик и даже целой Вселенной; изучает свойства самого пространства-времени, рассматривая пространство и время как единое целое.

Эти разделы были созданы учеными-физиками в первой половине XX века и продолжают развиваться до сих пор. Появились такие научные дисциплины, как квантовая оптика, квантовая термодинамика, релятивистская электродинамика и т.д. Они содержат в себе довольно сложные концепции, иногда противоречащие нашему повседневному опыту и здравому смыслу. Но тем не менее эти теории прекрасно описывают многие явления и отлично согласуются с экспериментом. На их основе работают компьютеры, мобильные телефоны, GPS-навигаторы и другие современные приборы. С ключевыми идеями и принципами этих теорий мы познакомимся на страницах этой книги и с их помощью попытаемся ответить на наши (не)детские вопросы.