

Первые книжки о науке

# МОЯ ПЕРВАЯ КНИГА О НАУКЕ



*Аванта*

УДК 087.5  
ББК 92  
М87

Серия «Первые книжки о науке»  
Научно-популярное издание  
ғылыми-бұқаралық баспа  
Для среднего школьного возраста

**Каид-Сала Феррон Шеддад**  
**Колин Стюарт**  
**Павел Бобков**

#### МОЯ ПЕРВАЯ КНИГА О НАУКЕ

Перевод с английского и испанского Алисы Ткачёвой  
Художники: Эдуард Алтарриба, Чарли Брандон-Кинг, Ольга Боголюбова

Mi primer libro de física cuántica  
Mi primer libro de relatividad  
Text by Sheddad Kaid-Salah Ferrán  
Illustrations by Eduard Altarriba

Discover our Solar System  
Text by Colin Stuart  
Illustrated by Charlie Brandon-King

Дизайн обложки *Н. Ворламовой*  
Редактор *И. Усова*. Художественный редактор *О. Боголюбова*  
Технический редактор *Е. Кудиярова*. Компьютерная вёрстка *Н. Сушковой*

Общероссийский классификатор продукции ОК-034-2014 (КПЕС 2008); 58.11.1 — книги, брошюры печатные.

Книжная продукция – ТР ТС 007/2011.

Подписано в печать 05.02.2020. Дата изготовления: февраль 2020 г.

Произведено в Российской Федерации

Формат 84x108/12. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 23,52. Гарнитура Pragmatica. Тираж экз. Заказ №

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ». 129085, Российская Федерация, г. Москва, Звёздный бульвар, д. 21, стр. 1, комн. 705, пом. I, 7 этаж

Адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: Российская Федерация, 123112, Москва,

Пресненская набережная, д.6, стр.2, Деловой комплекс «Империya», 14, 15 этаж

Наш электронный адрес: malysh@ast.ru. Сайт: www.ast.ru

Мы в социальных сетях. Присоединяйтесь!

<https://vk.com/ast.deti>, <https://www.instagram.com/ast.deti>

<https://www.ok.ru/ast.deti>, <https://www.facebook.com/ast.deti/>

«Баспа Аста» деген ООО. 129085, Мәскеу қ., Звёздный бульвары, 21-үй, 1-құрылыс, 705-бөлме, I жай, 7-қабат

Біздің электрондық мекенжайымыз : www.ast.ru. E-mail: malysh@ast.ru Интернет-магазин: www.book24.kz. Интернет-дүкен: www.book24.kz

Импортер в Республику Казахстан и Представитель по приему претензий в Республике Казахстан — ТОО РДЦ Алматы, г. Алматы. Қазақстан Республикасына импорттаушы және

Қазақстан Республикасында наразылықтарды қабылдау бойынша өкіл — «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», Б литері, офис 1.

Тел.: 8(727) 251-59-90,91 , факс: 8 (727) 251-59-92 ішкі 107; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz , www.book24.kz. Тауар белгісі: «АСТ». Өндірілген жылы: 2019

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген. Сертификация – қарастырылған

0+

6-

**М87** **Моя первая книга о науке** // К. Шеддад, К. Стюарт, П. Бобков; ил. Э. Алтарриба, Ч. Брандон-Кинг, О. Боголюбова; пер. с англ. и исп.

Ткачёвой А.А. — Москва: Издательство АСТ, 2020. — 168 с.: ил. — (Первые книжки о науке).

ISBN 978-5-17-121556-9.

«Моя первая книга о науке» прекрасно подойдёт для первого знакомства читателя с такими интересными темами, как квантовая физика, теория относительности, химия, а также космическое пространство. Этот яркий, иллюстрированный сборник заставит по-новому взглянуть на науку и получить ответы на интересные, а порой и неожиданные вопросы об устройстве нашего мира.

Чем знаменит кот Шрёдингера? Как связаны скорость света и путешествия во времени? Как распознать химическую реакцию? Будут ли люди жить и работать на других планетах Солнечной системы?

Никогда не рано изучать большие идеи! Ведь каждый из нас может оказаться будущим учёным, совершать новые открытия и покорять неизведанные миры.

Для среднего школьного возраста.

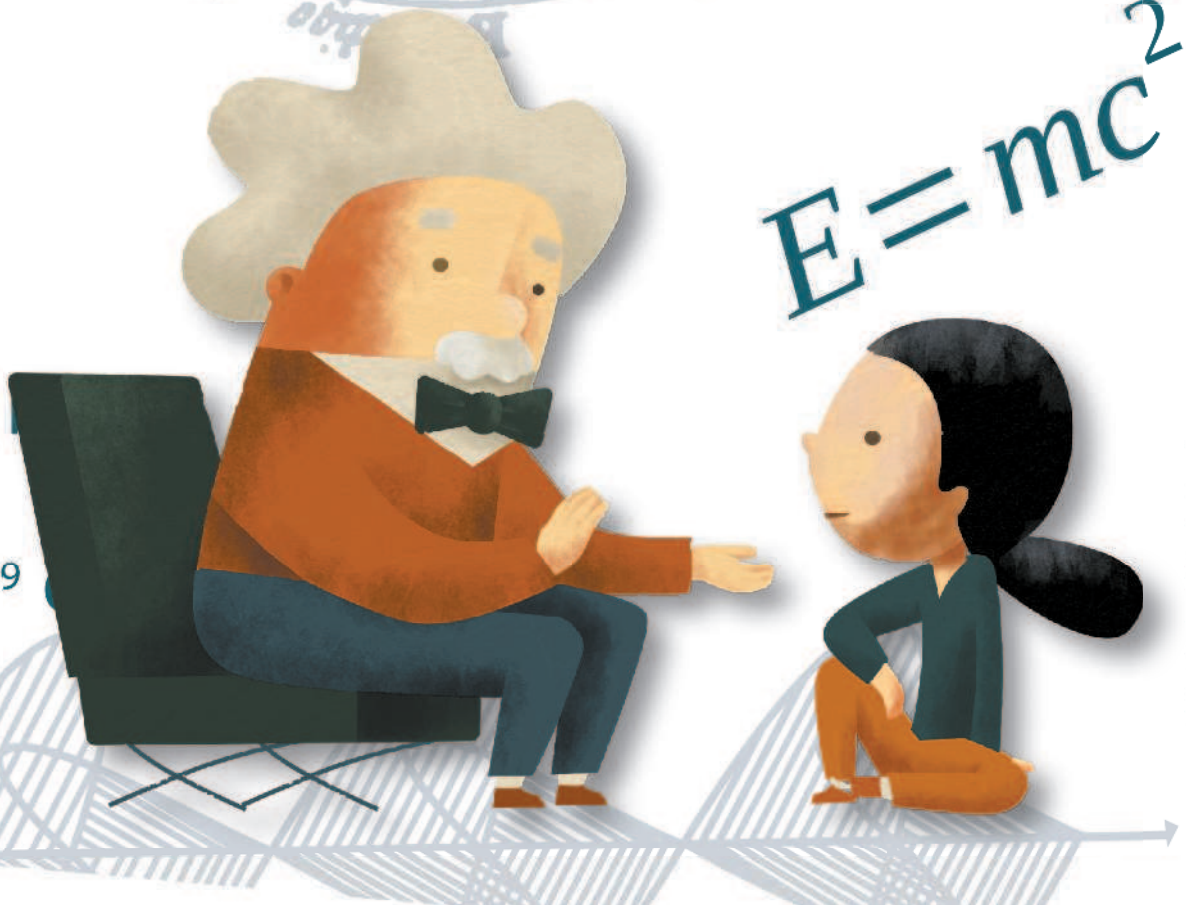
Copyright © Editorial Juventud 2017  
Text © by Sheddad Kaid-Salah Ferrán and illustrations © by Eduard Altarriba  
This edition published by agreement with Editorial Juventud, 2017, 2018.  
www.editorialjuventud.es  
Text © Colin Stuart, 2018  
Copyright in the Work © GMC Publications Ltd, 2018  
Illustrations © Charlie Brandon-King, 2018  
© Ткачёва А.А., пер. с англ., 2020  
© Ткачёва А.А., пер. с исп., 2020  
© ООО «Издательство АСТ», 2020

УДК 087.5  
ББК 92

АСТ

# КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Каид-Сала Феррон Шеддад  
 Иллюстрации Эдуарда Алтаррибы  
 Перевод с английского Алисы Ткачёвой



NUMERO ATOMICO	SIMBOLO DEL ELEMENTO	NOMBRE DEL ELEMENTO	PUNTO DE FUSION	PUNTO DE EBULLICION
1	H	HIDROGENO	-259.2	-252.7
2	He	HELIO	-269.7	-268.9
3	Li	LITIO	180.5	1342
4	Be	BERILIO	2768	3013
5	B	BOR	2075	2550
6	C	CARBONO	3550	3825
7	N	NITROGENO	-210	-195.8
8	O	OXIGENO	-218.8	-183
9	F	FLUOR	-289.4	-188.1
10	Ne	NEON	-248.6	-246
11	Na	SODIO	97.8	883
12	Mg	MAGNESIO	923	1363
13	Al	ALUMINIO	933	2467
14	Si	SILICIO	1410	2355
15	P	FOSFORO	44.2	281
16	S	AZUFRE	115.3	444.6
17	Cl	CLORO	-101	-34.7
18	Ar	ARGON	-182.3	-185.8
19	K	POTASIO	63.5	1043
20	Ca	CALCIO	842	1484
21	Sc	SCANDIO	1539	2431
22	Ti	TITANIO	1668	2551
23	V	VANADIO	1910	3407
24	Cr	CROMO	1910	2652
25	Mn	MANGANESO	1517	2091
26	Fe	HIERRO	1538	2750
27	Co	COBALTO	1495	2709
28	Ni	NIQUEL	1455	2730
29	Cu	COBRE	1083	2567
30	Zn	CINCO	419.5	907
31	Ga	GALIO	29.8	2403
32	Ge	GERMANIO	937.4	2833
33	As	ARSENICO	613	611
34	Se	SELENO	317	685
35	Br	BROMO	-7.2	58.8
36	Kr	KRIPTON	-153	-152
37	Rb	ROBIO	39	948
38	Sr	STRONCIO	777	1377
39	Y	ITRIO	1522	2770
40	Zr	ZIRCONIO	1854	2870
41	Nb	NIOBIO	2471	2710
42	Mo	MOLEBDENO	2623	2897
43	Tc	TECNICIO	2473	2930
44	Ru	RUTENIO	2713	2890
45	Rh	RODENIO	2700	2673
46	Pd	PALADIO	1555	2262
47	Ag	PLATA	961	2162
48	Cd	CADAVIO	321	961
49	In	INDIO	429	2019
50	Sn	ESTAN	231.9	2270
51	Pb	PLOMBO	327.3	2041
52	Hg	MERCURIO	-38.9	357
53	Tl	TALIO	-33.4	539
54	Po	POLONIO	539	900
55	Bi	BISMUTO	271	630
56	Po	POLONIO	539	900
57	At	ASTATINO	539	900
58	Po	POLONIO	539	900
59	Fr	FRANCO	539	900
60	Ra	RADIO	539	900
61	Ac	ACTINIO	539	900
62	Th	TORIO	1781	2019
63	Pa	PALADONIO	1523	2262
64	U	URANIO	908	2850
65	Np	NEPTUNIO	663	2147
66	Pu	PLUTONIO	912	2838
67	Am	AMEVICIO	912	2838
68	Cm	CURCIO	912	2838
69	Bk	BERKELIO	912	2838
70	Cf	CALIFORNIO	912	2838
71	Es	EINSTEINIO	912	2838
72	Fm	FERMIO	912	2838
73	Mendelevium	912	2838	
74	Nobelium	912	2838	
75	Lutetium	912	2838	
76	Hafnium	912	2838	
77	Tantalum	912	2838	
78	Gold	912	2838	
79	Mercury	912	2838	
80	Thallium	912	2838	
81	Lead	912	2838	
82	Bismuth	912	2838	
83	Polonium	912	2838	
84	Astatine	912	2838	
85	Francium	912	2838	
86	Radium	912	2838	
87	Actinium	912	2838	
88	Thorium	912	2838	
89	Protactinium	912	2838	
90	Uranium	912	2838	
91	Neptunium	912	2838	
92	Plutonium	912	2838	
93	Americium	912	2838	
94	Curium	912	2838	
95	Berkelium	912	2838	
96	Californium	912	2838	
97	Einsteinium	912	2838	
98	Fermium	912	2838	
99	Mendelevium	912	2838	
100	Nobelium	912	2838	
101	Lutetium	912	2838	
102	Hafnium	912	2838	
103	Tantalum	912	2838	
104	Gold	912	2838	
105	Mercury	912	2838	
106	Thallium	912	2838	
107	Lead	912	2838	
108	Bismuth	912	2838	
109	Polonium	912	2838	
110	Astatine	912	2838	
111	Francium	912	2838	
112	Radium	912	2838	
113	Actinium	912	2838	
114	Thorium	912	2838	
115	Protactinium	912	2838	
116	Uranium	912	2838	
117	Neptunium	912	2838	
118	Plutonium	912	2838	
119	Americium	912	2838	
120	Curium	912	2838	
121	Berkelium	912	2838	
122	Californium	912	2838	
123	Einsteinium	912	2838	
124	Fermium	912	2838	
125	Mendelevium	912	2838	
126	Nobelium	912	2838	
127	Lutetium	912	2838	
128	Hafnium	912	2838	
129	Tantalum	912	2838	
130	Gold	912	2838	
131	Mercury	912	2838	
132	Thallium	912	2838	
133	Lead	912	2838	
134	Bismuth	912	2838	
135	Polonium	912	2838	
136	Astatine	912	2838	
137	Francium	912	2838	
138	Radium	912	2838	
139	Actinium	912	2838	
140	Thorium	912	2838	
141	Protactinium	912	2838	
142	Uranium	912	2838	
143	Neptunium	912	2838	
144	Plutonium	912	2838	
145	Americium	912	2838	
146	Curium	912	2838	
147	Berkelium	912	2838	
148	Californium	912	2838	
149	Einsteinium	912	2838	
150	Fermium	912	2838	
151	Mendelevium	912	2838	
152	Nobelium	912	2838	
153	Lutetium	912	2838	
154	Hafnium	912	2838	
155	Tantalum	912	2838	
156	Gold	912	2838	
157	Mercury	912	2838	
158	Thallium	912	2838	
159	Lead	912	2838	
160	Bismuth	912	2838	
161	Polonium	912	2838	
162	Astatine	912	2838	
163	Francium	912	2838	
164	Radium	912	2838	
165	Actinium	912	2838	
166	Thorium	912	2838	
167	Protactinium	912	2838	
168	Uranium	912	2838	
169	Neptunium	912	2838	
170	Plutonium	912	2838	
171	Americium	912	2838	
172	Curium	912	2838	
173	Berkelium	912	2838	
174	Californium	912	2838	
175	Einsteinium	912	2838	
176	Fermium	912	2838	
177	Mendelevium	912	2838	
178	Nobelium	912	2838	
179	Lutetium	912	2838	
180	Hafnium	912	2838	
181	Tantalum	912	2838	
182	Gold	912	2838	
183	Mercury	912	2838	
184	Thallium	912	2838	
185	Lead	912	2838	
186	Bismuth	912	2838	
187	Polonium	912	2838	
188	Astatine	912	2838	
189	Francium	912	2838	
190	Radium	912	2838	
191	Actinium	912	2838	
192	Thorium	912	2838	
193	Protactinium	912	2838	
194	Uranium	912	2838	
195	Neptunium	912	2838	
196	Plutonium	912	2838	
197	Americium	912	2838	
198	Curium	912	2838	
199	Berkelium	912	2838	
200	Californium	912	2838	
201	Einsteinium	912	2838	
202	Fermium	912	2838	
203	Mendelevium	912	2838	
204	Nobelium	912	2838	
205	Lutetium	912	2838	
206	Hafnium	912	2838	
207	Tantalum	912	2838	
208	Gold	912	2838	
209	Mercury	912	2838	
210	Thallium	912	2838	
211	Lead	912	2838	
212	Bismuth	912	2838	
213	Polonium	912	2838	
214	Astatine	912	2838	
215	Francium	912	2838	
216	Radium	912	2838	
217	Actinium	912	2838	
218	Thorium	912	2838	
219	Protactinium	912	2838	
220	Uranium	912	2838	
221	Neptunium	912	2838	
222	Plutonium	912	2838	
223	Americium	912	2838	
224	Curium	912	2838	
225	Berkelium	912	2838	
226	Californium	912	2838	
227	Einsteinium	912	2838	
228	Fermium	912	2838	
229	Mendelevium	912	2838	
230	Nobelium	912	2838	
231	Lutetium	912	2838	
232	Hafnium	912	2838	
233	Tantalum	912	2838	
234	Gold	912	2838	
235	Mercury	912	2838	
236	Thallium	912	2838	
237	Lead	912	2838	
238	Bismuth	912	2838	
239	Polonium	912	2838	
240	Astatine	912	2838	
241	Francium	912	2838	
242	Radium	912	2838	
243	Actinium	912	2838	
244	Thorium	912	2838	
245	Protactinium	912	2838	
246	Uranium	912	2838	
247	Neptunium	912	2838	
248	Plutonium	912	2838	
249	Americium	912	2838	
250	Curium	912	2838	
251	Berkelium	912	2838	
252	Californium	912	2838	
253	Einsteinium	912	2838	
254	Fermium	912	2838	
255	Mendelevium	912	2838	
256	Nobelium	912	2838	
257	Lutetium	912	2838	
258	Hafnium	912	2838	
259	Tantalum	912	2838	
260	Gold	912	2838	
261	Mercury	912	2838	
262	Thallium	912	2838	
263	Lead	912	2838	
264	Bismuth	912	2838	
265	Polonium	912	2838	
266	Astatine	912	2838	
267	Francium	912	2838	
268	Radium	912	2838	
269	Actinium</			



На протяжении веков люди пытались объяснять вещи, происходящие в мире, исходя из того, что могли увидеть или потрогать. Вещи, которые нельзя было объяснить просто и понятно, например звёзды или сотворение мира, объяснялись с помощью мифов и религии. Чтобы разобраться во всём этом, нужно было быть отважными и мыслить совершенно по-другому.



Большинство цивилизаций верили в богов, которые сотворили мир. Согласно индийской мифологии Земля лежала на спинах четырёх слонов, которые стояли на панцире огромной черепахи. Опорой черепахе служила змея, поедающая свой собственный хвост. Долгое время люди были уверены в том, что Земля плоская.



Древнегреческие философы первыми заподозрили, что нашего восприятия недостаточно, чтобы понять все законы природы. Им были необходимы наблюдения, эксперименты, математические вычисления. Во II веке до н.э. Эратосфен смог измерить радиус Земли, а века спустя персидскими учёными Аль-Фергани и Аль-Беруни была проделана аналогичная работа.



К концу Средневековья многие люди продолжали верить в то, что Земля плоская, но научное обоснование её шарообразности уже не вызывало сомнений. Тем не менее, люди считали, что Земля является центром мироздания, а Солнце вращается вокруг неё. Коперник осмелился переосмыслить эту теорию и в результате астрономических наблюдений определил, что именно Солнце является центром нашей планетарной системы.

# Сэр Исаак НЬЮТОН

С начала XVI века мы стали лучше понимать мироустройство благодаря таким людям, как Ньютон и Галилео Галилей.



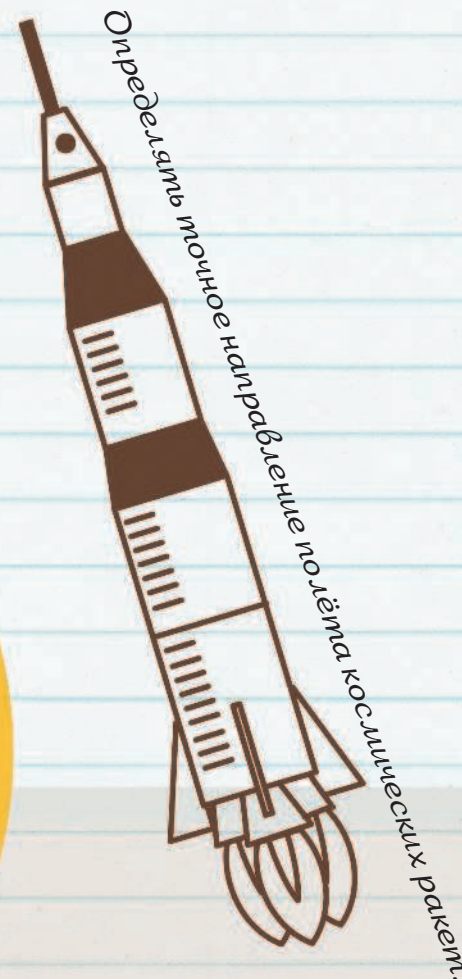
**Почему яблоко падает с дерева на землю?** Все на свете знают, что предметы падают вниз, но Ньютон был первым, кто объяснил этот процесс с научной точки зрения. Основываясь на своих наблюдениях и вычислениях, он сформулировал **закон всемирного тяготения**, объясняющий, к примеру, падение вещей и вращение Луны вокруг Земли, планет вокруг Солнца.

Он также открыл **три закона движения** (также известные как законы Ньютона), объясняющие, как и почему двигаются разные объекты. С помощью этих законов можно представить траекторию движения бильярдного шара или определить силу удара, который необходим для того, чтобы отправить футбольный мяч в ворота противника.

# ЧЕМУ МЫ НАУЧИЛИСЬ БЛАГОДАРЯ ЗАКОНАМ НЬЮТОНА



*Вычислять траектории движения пушечных ядер.*



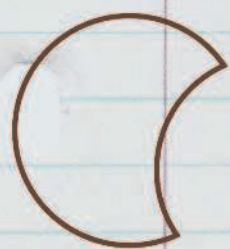
*Определять точное направление полёта космических ракет.*

## Механическая вселенная

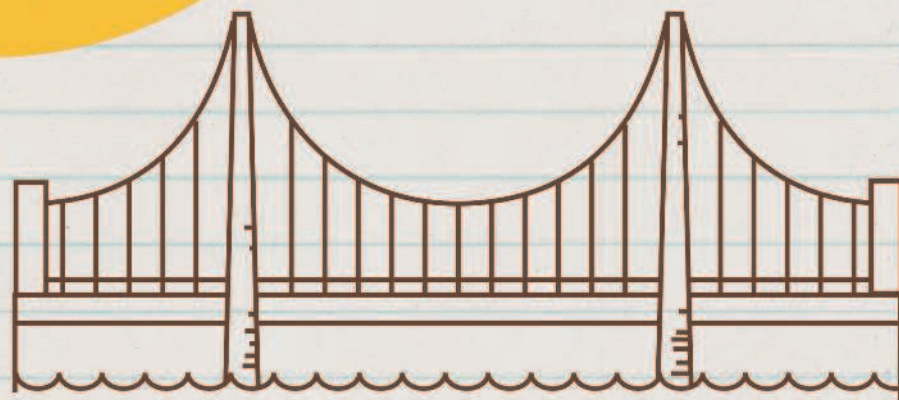
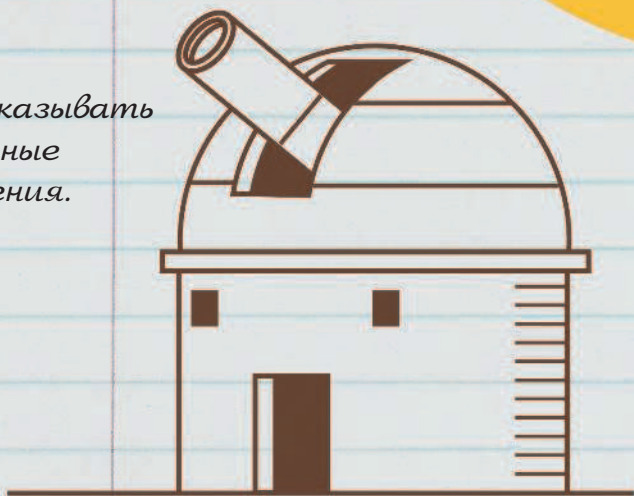
В конце XIX века законы ПРИРОДЫ, открытые такими учёными, как Ньютон, помогли объяснить большинство процессов, происходящих в нашем мире, с помощью МАТЕМАТИКИ.

Эти законы (или теории) относятся к классической физике или физике Ньютона. Благодаря этим законам произошли крупные прорывы в инженерии, промышленности и астрономии.

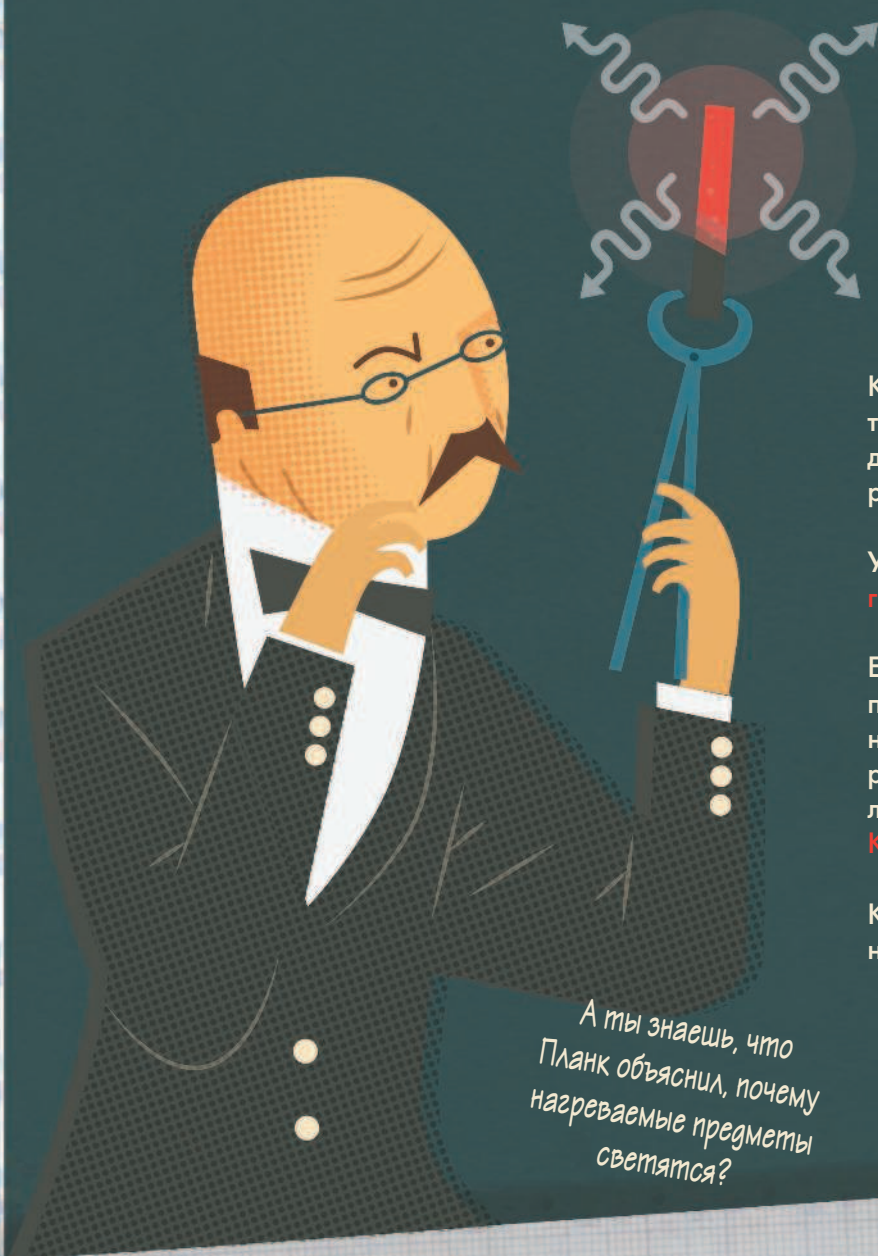
Казалось, что учёные вычислили и изучили абсолютно всё, но...



*Предсказывать солнечные затмения.*



*Строить мосты.*



Всё началось  
со знаменитой

# ПОСТОЯННОЙ ПЛАНКА

Кусок холодного металла **НЕ излучает СВЕТ**. Если мы начнём нагревать его, то увидим, что он по-прежнему не излучает никакого света. Но если продолжить нагревать металл, в какой-то момент он начнёт светиться, пока не раскалится докрасна, и если греть достаточно долго, **СВЕТ** станет **белым**.

Учёный Макс Планк хотел **установить связь между СВЕТОМ, излучаемым горячими объектами, и их температурой**.

Его ждал большой сюрприз. Уровень развития физики того времени не позволял разобраться в том, что происходит. После долгих раздумий и наблюдений он пришёл к выводу, что единственным способом выразить результаты его изменений в цифрах было бы **разделение энергии**, выделяемой горячими объектами, на небольшие порции, которые он назвал **КВАНТЫ**.

КВАНТ — это **НЕДЕЛИМАЯ** единица энергии. Мы не можем разделить его на несколько меньших частей.

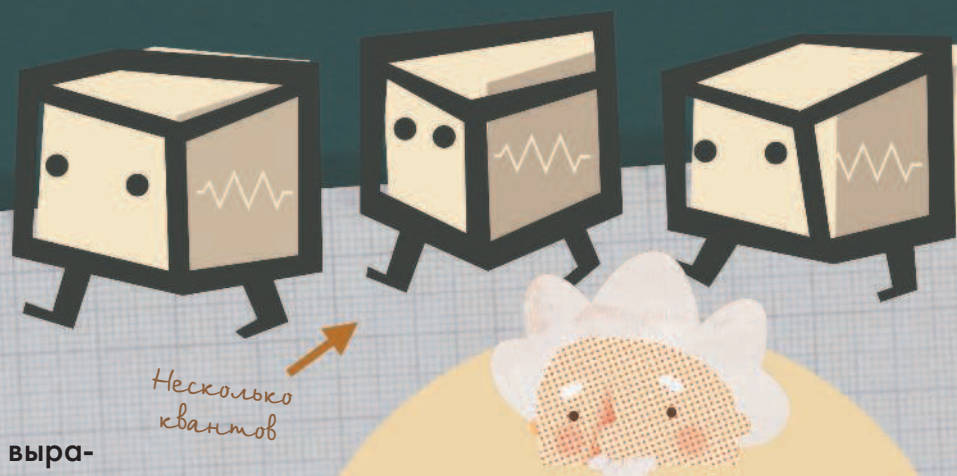
А ты знаешь, что  
Планк объяснил, почему  
нагреваемые предметы  
светятся?

## ЭНЕРГИЯ

Мы все интуитивно понимаем, что такое энергия, но выразить определение в словах не так просто. В ФИЗИКЕ **энергия** — это **способность производить работу**.

Энергию **НЕВОЗМОЖНО** произвести или уничтожить, её можно только трансформировать тем или иным способом.

Согласно **КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ** энергия **НЕПРЕРЫВНА** — и мы можем разделить её на бесконечное количество маленьких частей. **Это противоречит кванту Планка**.



Несколько  
квантов

**РАБОТЫ ПЛАНКА ЗАСТАВИЛИ ФИЗИКОВ ПОДОЗРЕВАТЬ, ЧТО ВСЁ ВОКРУГ РАБОТАЕТ ПО ВСЕВОЗМОЖНЫМ ЗАКОНАМ, НЕ ВСЕ ИЗ КОТОРЫХ ЛЕГКО ПОДДАЮТСЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОМУ ПОНИМАНИЮ.**

Но прежде всего мы должны вернуться назад во времени, чтобы поговорить о

# Загадке СВЕТА

## ВОЛНА или ЧАСТИЦА?

Уже во времена Ньютона не прекращалась дискуссия о том, из чего состоит свет. Из волн или частиц.

По мнению Ньютона, свет состоял из **ЧАСТИЦ**, движущихся по прямой.



*Ньютоновские  
частицы  
движутся по  
прямой*

С другой стороны, многие верили в то, что свет состоит из **ВОЛН**, потому что иначе нельзя было бы объяснить **ПРЕЛОМЛЕНИЕ** света.

## СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ



**ОТРАЖЕНИЕ** — явление, которое возникает при падении и отскакивании световых лучей от поверхностей.



**ДИФРАКЦИЯ** — способность световых лучей менять своё направление, огибая препятствия.



**ПРЕЛОМЛЕНИЕ** — явление, при котором луч света меняет направление, переходя из одной среды в другую. Так карандаш кажется сломанным в стакане воды.

## ЧТО ТАКОЕ ЧАСТИЦА?

Частица — это очень маленькая часть вещества.

Например, каждая песчинка — это частица пляжа. А чуть позже мы поговорим о маленьких частицах, из которых состоит всё на свете — атомах.

# МАКСВЕЛЛ: СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

В конце XIX века Джеймс Кларк Максвелл понял, что поведение световых лучей можно легко объяснить математическим языком. Тогда он и объявил о том, что свет образовывается ВОЛНАМИ. Но ВОЛНАМИ ЧЕГО?

Ответ прост: магнитными и электрическими, то есть ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ волнами.

СВЕТ — ЭТО ВОЛНА

Максвелл сформулировал четыре уравнения, объясняющих законы существования электромагнитных волн.

Свет путешествует с невероятной скоростью:

Это и есть  
скорость света!

**300 000**  
км в секунду.

## ЧТО ТАКОЕ ВОЛНА?

ВОЛНА — колебательное возмущение, вместе с которым перемещается энергия, но не материя.

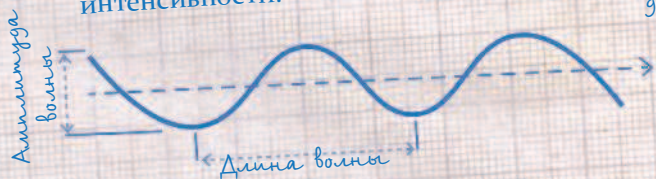
Если бросить камень в озеро, это вызовет колебания воды, и на поверхности возникнут концентрические волны.



Морские волны — это тоже волны.

Так энергия и перемещается в пространстве — с колебаниями большей или меньшей интенсивности.

Направление движения волны



С такой скоростью можно облететь вокруг Земли семь с половиной раз всего за одну секунду.

Попробуй представить себе, насколько велика дистанция светового года: это отрезок, который луч света преодолевает за один земной год.

Так Максвелл и обошёл извечный спор «волна или частица» — определив, что свет ведёт себя как волна.

Казалось бы, на этом проблема была решена, но затем ситуация усложнилась...

# ЭЙНШТЕЙН И СВЕТ

В 1900 году физики столкнулись с новой нерешённой проблемой.

Это был **ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ**<sup>1</sup> эффект, благодаря которому свет превращался в электричество.

<sup>1</sup> «Фото» в переводе с греческого означает «свет»



## Но что же такое это... электричество?



Электроны (e-) — это отрицательно заряженные частицы, которые содержатся в каждом атоме (об этом мы поговорим позже).

Электрический ток — это направленное движение электронов.



## В чём заключается **ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ** эффект?

Если взять электрическую цепь с участием лампочки и двух кусочков металла и подсветить металл **ФИОЛЕТОВЫМ** светом, то лампочка тоже загорится.

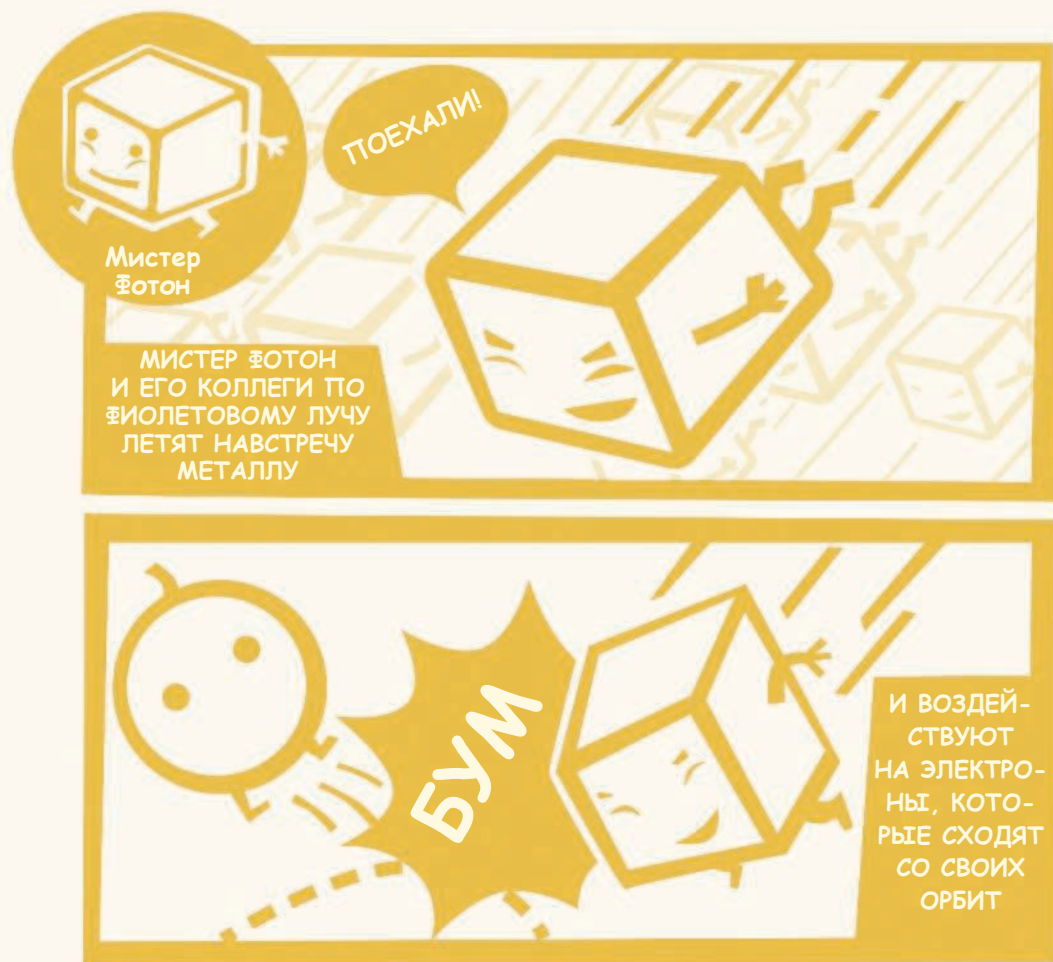
Электроны путешествуют от одного куска металла к другому, и электрический ток начинает своё движение.

Но если взять **КРАСНЫЙ** свет, мы увидим, что электроны **НЕ** прыгают от одного куска металла к другому, и электрический ток **НЕ** циркулирует. Лампочка не загорается.

**Почему мы получаем свет в первом случае, но не во втором?**

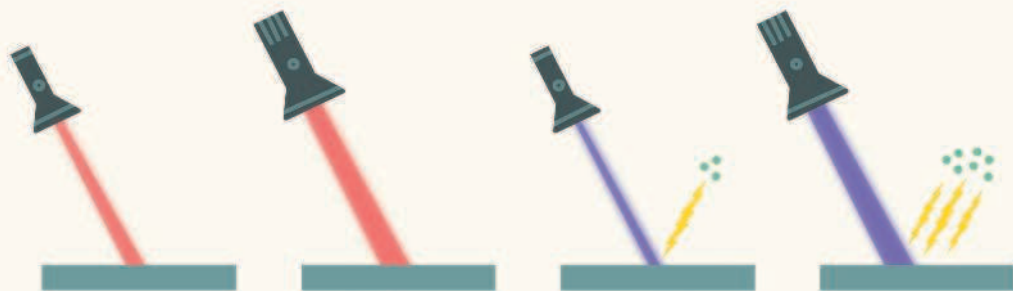


Основываясь на постоянной Планка, ЭЙНШТЕЙН понял, что если свет состоит не из волн, а из частиц (которые он назвал **ФОТОНАМИ**), то фотоэлектрический эффект можно объяснить проще:

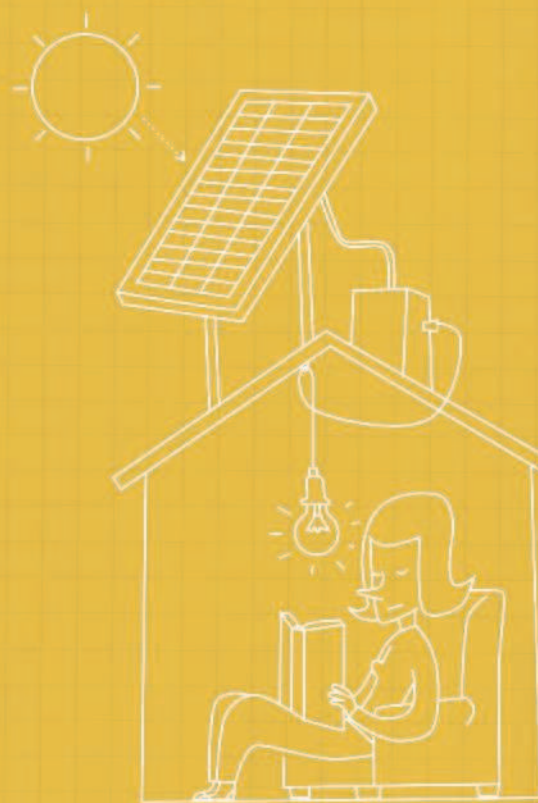


Если мы освещаем металл **ФИОЛЕТОВЫМ** светом, **ФИОЛЕТОВЫЕ ФОТОНЫ** сталкиваются с электронами металла и выбивают их с мест.

У **КРАСНЫХ ФОТОНОВ** не хватает энергии для выбивания электронов металла, и неважно, как много фотонов будет отправлено.



Сегодня мы используем фотоэлектрический эффект во всевозможных механизмах с самыми разными целями. Например, в автоматических дверях лифтов или торговых центрах.



# Фотоны – это элементарные частицы, из которых состоит свет

Фотоны также называют **КВАНТАМИ СВЕТА**, или **КВАНТАМИ ЭНЕРГИИ**, как любил называть их Эйнштейн.

Эти особенные частицы, **НЕДЕЛИМЫЕ** и не имеющие **МАССЫ**, движутся со **СКОРОСТЬЮ СВЕТА** (300 000 км/с).



## ЧАСТИЦЫ СВЕТА

### ЧАСТОТА

Цвет светового луча определяется его **ЧАСТОТОЙ**, которая является одной из важнейших его характеристик.

Именно по цвету мы можем отличить один тип фотонов света от другого.



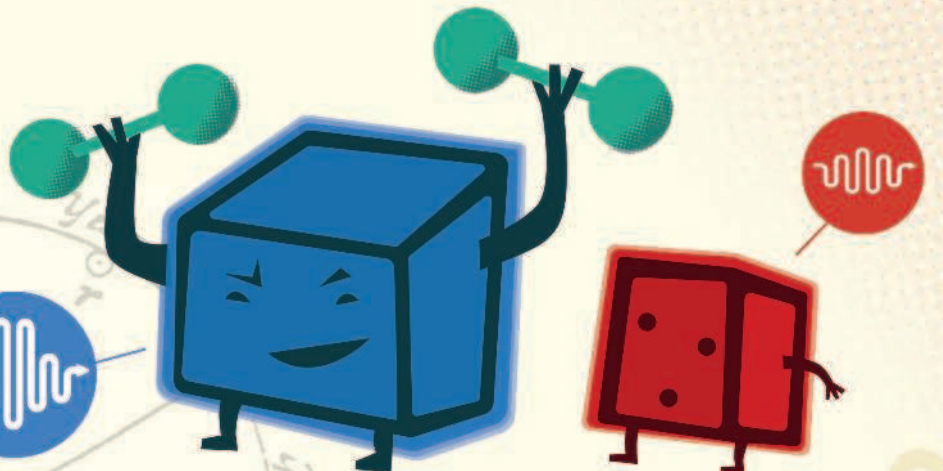
Существуют синие, зелёные, жёлтые, красные и другие виды фотонов.

Чем выше значение частоты фотона, тем большим количеством энергии он обладает.

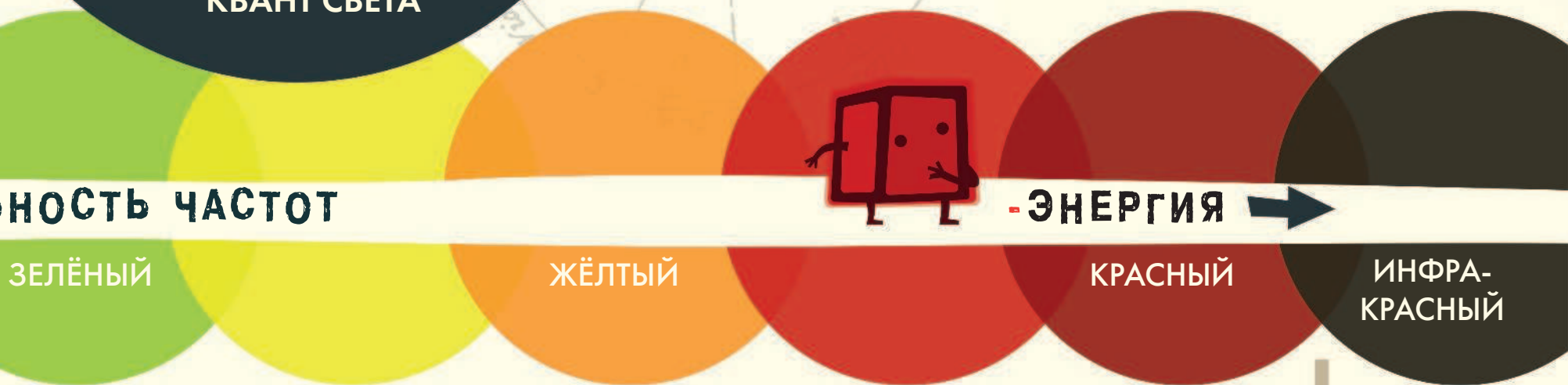
$$E = h\nu$$



**Мистер Фотон**  
КВАНТ СВЕТА



Частота синего света выше, чем частота красного, поэтому **СИНИЕ** фотоны содержат больше энергии, чем **КРАСНЫЕ** фотоны.



**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЧАСТОТ**

ЗЕЛЁНЫЙ

ЖЁЛТЫЙ

КРАСНЫЙ

ИНФРА-КРАСНЫЙ

**ВИДИМЫЙ СВЕТ**



Человеческий глаз воспринимает лишь малую долю световых частот. Ультрафиолетовый (что значит «за фиолетовым») и инфракрасный («ниже красного») свет очерчивают границы видимого спектра излучения.

И что мы выберем теперь?

# ВОЛНА ИЛИ ЧАСТИЦА?

Вот так дилемма...

Представление о свете как о волне привело нас к объяснению таких феноменов, как дифракция.  
(Максвелл)

Фотоэлектрический эффект и другие феномены света могут быть объяснены только тем, что свет формируют частицы. (Ньютон и Эйнштейн)

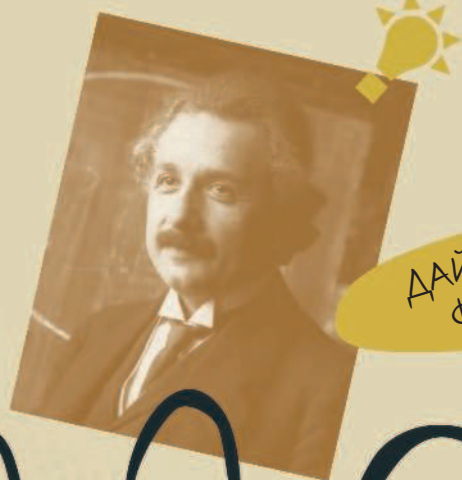
И наконец, существуют явления, которые можно объяснить, используя обе теории, например, почему свет путешествует линейно (отражение и преломление).

Похоже, что мы имеем две противоречивые картины мира. Взятые по отдельности, ни одна из них не может в полной мере объяснить все световые явления, **ВМЕСТЕ ЖЕ ОНИ ВСЁ ОБЪЯСНЯЮТ.** (Альберт Эйнштейн)

**Конечно,  
мы должны  
признать тот факт,  
что иногда свет ведёт  
себя как волна,  
а иногда — как  
частица**

Странно, не правда ли? Что же определяет природу света в тот или иной момент?

На самом деле это зависит от того, с какой стороны смотреть. **Другими словами, это зависит от вида проводимого эксперимента.**



ДАЙ ПЯТЬ,  
ФОТОН

НЕ ВОЛНУЙСЯ



**СТРАННОЕ  
ПОВЕДЕНИЕ СВЕТА  
НЕ ВПИСЫВАЛОСЬ  
В СТАРЫЕ ЗАКОНЫ  
ФИЗИКИ. ТАК  
И ОБРАЗОВАЛАСЬ  
КВАНТОВАЯ  
ТЕОРИЯ**

Это необычное поведение света назвали **КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВЫМ ДУАЛИЗМОМ.**

Но самая удивительная вещь — это происходит не только со светом. Другие частицы тоже иногда проявляют свойства волн. Подробнее об этом далее.

