

Newton's second law

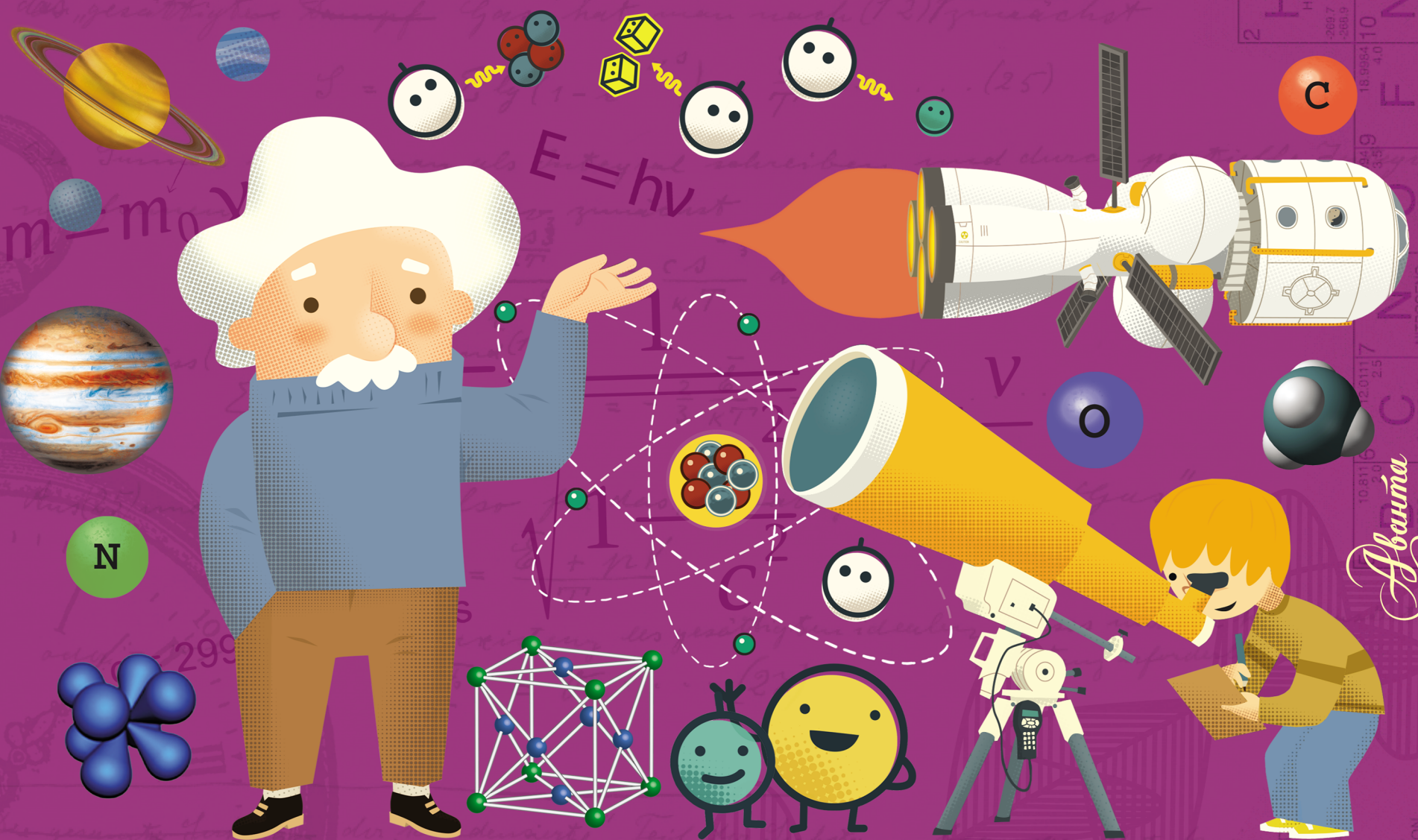
$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Na

K

Первые книжки о науке

МОЯ ПЕРВАЯ КНИГА О НАУКЕ



Аванта

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 «Империя», 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

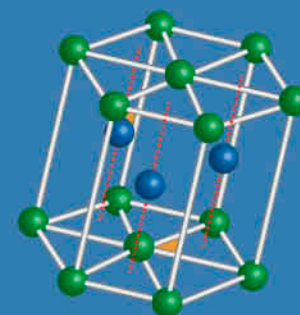
УДК 087.5
ББК 92



СОДЕРЖАНИЕ



КАИД-САЛА ФЕРРОН ШЕДДАД
Иллюстрации Эдуарда Алтаррибы



КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Перевод с английского Алисы Ткачёвой..... 3

Сэр Исаак Ньютон	5
Чему мы научились благодаря законам Ньютона	6
Постоянная Планка.....	7
Загадка света	8
Максвелл: световые волны	9
Эйнштейн и свет	10
Фотоны	12
Волна или частица?.....	14
Резерфорд и открытие атома.....	16
Атом	18
Периодическая таблица	21
Молекулы	22
Атомный спектр	24
Нильс Бор	26
Опыт Юнга	28
Волны вероятности.....	30

Кот Шрёдингера	31
Гейзенберг: принцип неопределённости.....	32
Загадка антивещества.....	34
Квантовая запутанность	35
Радиоактивность	36
Мария Кюри	37
Тоннельный эффект	38
Внутри ускорителя частиц в ЦЕРНе	40
Современная физика в нашей жизни	42
Будущее уже завтра	43
Квантовая линия времени.....	44
Математическая вселенная.....	46

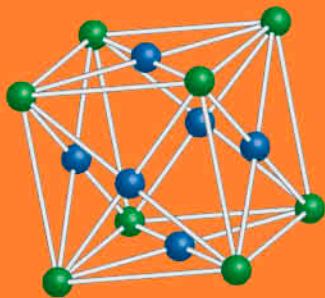
ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Перевод с испанского Алисы Ткачёвой 49

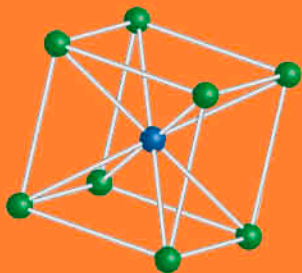


Вступление.....	51
Время	52
Измерить время.....	54
Часы	56
Пространство	58
Скорость	60
Движение.....	62
Системы отсчёта.....	63
Сложение скоростей.....	68
Скорость света	70
Мы постоянно видим прошлое!.....	71

Теория относительности (специальная) ..	73
Время не то, чем кажется	74
Расширение времени. Запуск шариков..	76
Расширение времени. Запуск фотонов ..	78
Световые часы	80
Путешествие в будущее.....	82
Сжатие расстояний	84
Путешествие мюона.....	86
Скорость увеличивает.....	88
Световой сёрфинг	90
Математическая вселенная.....	93



КОЛИН СТЮАРТ
Иллюстрации Чарли Брандона-Кинга



КОСМОС

Перевод с английского Алисы Ткачёвой..... 95

Предисловие	96
Как это начиналось: Большой взрыв.....	98
Наша Солнечная система.....	101
Изучая Солнечную систему.....	102

Солнце	104
Меркурий	106
Венера	108
Земля	110

Луна	112
Марс	114
Юпитер	116
Сатурн	118
Уран	120
Нептун.....	122
Карликовые планеты.....	124
Астероиды	126

Кометы	127
Метеориты.....	127
Космическая гонка	128
Космические ракеты	130
Исследования.....	132
Международная космическая станция .	134
Исследования космоса без ракет	135
Словарь	136



ПАВЕЛ БОБКОВ
Иллюстрации Ольги Боголюбовой



ХИМИЯ.....	139
------------	-----

Химия в древности.....	140
Алхимия Средних веков и Нового времени	142
Периодический закон Д.И. Менделеева	144
Металлы и неметаллы.....	148
Массы элементов	149
Что такое вещество?	150
Как записываются формулы веществ?..	152
Как получают сложные вещества?	152
Чем отличаются сложные вещества от смеси веществ?	155

Закон сохранения массы.....	157
Закон постоянства состава веществ	159
Молярная масса.....	160
Мир химических реакций	161
Как распознать химическую реакцию?	162
Типы реакций.....	163
Что влияет на химическую реакцию? ...	164
Основные классы сложных неорганических веществ..	165

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

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

$$E=mc^2$$



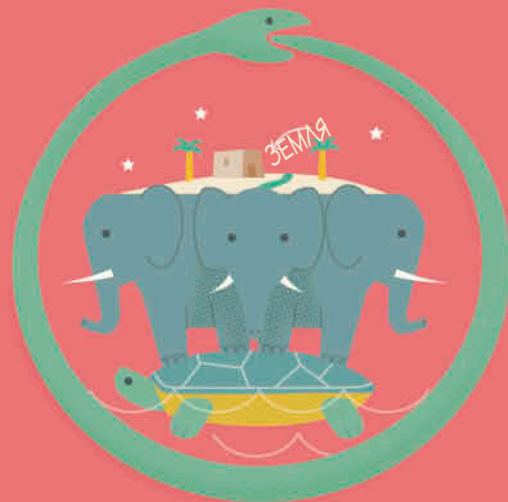
1	1.00797	2.1
NUMERO ATOMICO		
SIMBOLO DEL ELEMENTO	H	
NOMBRE DEL ELEMENTO	HIDROGENO	
PUNTO DE FUSION	-259.2	1,-1
PUNTO DE EBULLICION	-252.7	0.0709

PESO ATOMICO
 ELECTRONEGATIVIDAD
 NUMERO DE OXIDACION
 DENSIDAD DE SOLIDOS,
 LIQUIDOS, g/ml, 20 °C
 GASES, g/l, 0°C, 1 Atm

2	4,0026	He	HELIO	-269,7 -269,8	0,120	20,183	10	20,183	Ne	NEON	-248,6 -248,6	1,204
3						9,994	9	18,9984	F	FLUOR	-219,8 -198,2	1,11
4						12,011	7	14,003	O	OXIGENO	-218,8 -183,3	1,14
5						12,011	6	12,011	C	CARBONIO	-223,1 -182,5	1,2
6						12,011	5	10,81	B	BORIO	-207,3 -207,3	1,08
7						12,011	4	9,012	Be	BERILLIO	-204,1 -204,1	9,012
8						12,011	3	7,016	Li	LITIO	-297,2 -297,2	7,016
9						12,011	2	4,0026	He	HELIO	-269,7 -269,8	4,0026
10						12,011	1	1,0079	H	IDROGENO	-252,9 -252,9	1,0079
11						12,011	0	0,0005	n	NEUTRON	-1,00866 -1,00866	1,00866
12						12,011	-1	-1,00866	p	PROTON	1,00727 1,00727	1,00727
13						12,011	-2	-2,01732	2p	2-PROTON	2,01399 2,01399	2,01399
14						12,011	-3	-3,02598	3p	3-PROTON	3,01914 3,01914	3,01914
15						12,011	-4	-4,03464	4p	4-PROTON	4,01478 4,01478	4,01478
16						12,011	-5	-5,04330	5p	5-PROTON	5,01042 5,01042	5,01042
17						12,011	-6	-6,05196	6p	6-PROTON	6,00606 6,00606	6,00606
18						12,011	-7	-7,06062	7p	7-PROTON	7,00170 7,00170	7,00170
19						12,011	-8	-8,06928	8p	8-PROTON	8,00000 8,00000	8,00000
20						12,011	-9	-9,07794	9p	9-PROTON	9,00000 9,00000	9,00000
21						12,011	-10	-10,08660	10p	10-PROTON	10,00000 10,00000	10,00000
22						12,011	-11	-11,09526	11p	11-PROTON	11,00000 11,00000	11,00000
23						12,011	-12	-12,10392	12p	12-PROTON	12,00000 12,00000	12,00000
24						12,011	-13	-13,11258	13p	13-PROTON	13,00000 13,00000	13,00000
25						12,011	-14	-14,12124	14p	14-PROTON	14,00000 14,00000	14,00000
26						12,011	-15	-15,12990	15p	15-PROTON	15,00000 15,00000	15,00000
27						12,011	-16	-16,13856	16p	16-PROTON	16,00000 16,00000	16,00000
28						12,011	-17	-17,14722	17p	17-PROTON	17,00000 17,00000	17,00000
29						12,011	-18	-18,15588	18p	18-PROTON	18,00000 18,00000	18,00000
30						12,011	-19	-19,16454	19p	19-PROTON	19,00000 19,00000	19,00000
31						12,011	-20	-20,17320	20p	20-PROTON	20,00000 20,00000	20,00000
32						12,011	-21	-21,18186	21p	21-PROTON	21,00000 21,00000	21,00000
33						12,011	-22	-22,19052	22p	22-PROTON	22,00000 22,00000	22,00000
34						12,011	-23	-23,19918	23p	23-PROTON	23,00000 23,00000	23,00000
35						12,011	-24	-24,20784	24p	24-PROTON	24,00000 24,00000	24,00000
36						12,011	-25	-25,21650	25p	25-PROTON	25,00000 25,00000	25,00000
37						12,011	-26	-26,22516	26p	26-PROTON	26,00000 26,00000	26,00000
38						12,011	-27	-27,23382	27p	27-PROTON	27,00000 27,00000	27,00000
39						12,011	-28	-28,24248	28p	28-PROTON	28,00000 28,00000	28,00000
40						12,011	-29	-29,25114	29p	29-PROTON	29,00000 29,00000	29,00000
41						12,011	-30	-30,25980	30p	30-PROTON	30,00000 30,00000	30,00000
42						12,011	-31	-31,26846	31p	31-PROTON	31,00000 31,00000	31,00000
43						12,011	-32	-32,27712	32p	32-PROTON	32,00000 32,00000	32,00000
44						12,011	-33	-33,28578	33p	33-PROTON	33,00000 33,00000	33,00000
45						12,011	-34	-34,29444	34p	34-PROTON	34,00000 34,00000	34,00000
46						12,011	-35	-35,30310	35p	35-PROTON	35,00000 35,00000	35,00000
47						12,011	-36	-36,31176	36p	36-PROTON	36,00000 36,00000	36,00000
48						12,011	-37	-37,32042	37p	37-PROTON	37,00000 37,00000	37,00000
49						12,011	-38	-38,32908	38p	38-PROTON	38,00000 38,00000	38,00000
50						12,011	-39	-39,33774	39p	39-PROTON	39,00000 39,00000	39,00000
51						12,011	-40	-40,34640	40p	40-PROTON	40,00000 40,00000	40,00000
52						12,011	-41	-41,35506	41p	41-PROTON	41,00000 41,00000	41,00000
53						12,011	-42	-42,36372	42p	42-PROTON	42,00000 42,00000	42,00000
54						12,011	-43	-43,37238	43p	43-PROTON	43,00000 43,00000	43,00000
55						12,011	-44	-44,38104	44p	44-PROTON	44,00000 44,00000	44,00000
56						12,011	-45	-45,38970	45p	45-PROTON	45,00000 45,00000	45,00000
57						12,011	-46	-46,39836	46p	46-PROTON	46,00000 46,00000	46,00000
58						12,011	-47	-47,40702	47p	47-PROTON	47,00000 47,00000	47,00000
59						12,011	-48	-48,41568	48p	48-PROTON	48,00000 48,00000	48,00000
60						12,011	-49	-49,42434	49p	49-PROTON	49,00000 49,00000	49,00000
61						12,011	-50	-50,43300	50p	50-PROTON	50,00000 50,00000	50,00000
62						12,011	-51	-51,44166	51p	51-PROTON	51,00000 51,00000	51,00000
63						12,011	-52	-52,45032	52p	52-PROTON	52,00000 52,00000	52,00000
64						12,011	-53	-53,45898	53p	53-PROTON	53,00000 53,00000	53,00000
65						12,011	-54	-54,46764	54p	54-PROTON	54,00000 54,00000	54,00000
66						12,011	-55	-55,47630	55p	55-PROTON	55,00000 55,00000	55,00000
67						12,011	-56	-56,48496	56p	56-PROTON	56,00000 56,00000	56,00000
68						12,011	-57	-57,49362	57p	57-PROTON	57,00000 57,00000	57,00000
69						12,011	-58	-58,50228	58p	58-PROTON	58,00000 58,00000	58,00000
70						12,011	-59	-59,51094	59p	59-PROTON	59,00000 59,00000	59,00000
71						12,011	-60	-60,51960	60p	60-PROTON	60,00000 60,00000	60,00000
72						12,011	-61	-61,52826	61p	61-PROTON	61,00000 61,00000	61,00000
73						12,011	-62	-62,53692	62p	62-PROTON	62,00000 62,00000	62,00000
74						12,011	-63	-63,54558	63p	63-PROTON	63,00000 63,00000	63,00000
75						12,011	-64	-64,55424	64p	64-PROTON	64,00000 64,00000	64,00000
76						12,011	-65	-65,56290	65p	65-PROTON	65,00000 65,00000	65,00000
77						12,011	-66	-66,57156	66p	66-PROTON	66,00000 66,00000	66,00000
78						12,011	-67	-67,58022	67p	67-PROTON	67,00000 67,00000	67,00000
79						12,011	-68	-68,58888	68p	68-PROTON	68,00000 68,00000	68,00000
80						12,011	-69	-69,59754	69p	69-PROTON	69,00000 69,00000	69,00000
81						12,011	-70	-70,60620	70p	70-PROTON	70,00000 70,00000	70,00000
82						12,011	-71	-71,61486	71p	71-PROTON	71,00000 71,00000	71,00000
83						12,011	-72	-72,62352	72p	72-PROTON	72,00000 72,00000	72,00000
84						12,011	-73	-73,63218	73p	73-PROTON	73,00000 73,00000	73,00000
85						12,011	-74	-74,64084	74p	74-PROTON	74,00000 74,00000	74,00000
86						12,011	-75	-75,64950	75p	75-PROTON	75,00000 75,00000	75,00000
87						12,011	-76	-76,65816	76p	76-PROTON	76,00000 76,00000	76,00000
88						12,011	-77	-77,66682	77p	77-PROTON	77,00000 77,00000	77,00000
89						12,011	-78	-78,67548	78p	78-PROTON	78,00000 78,00000	78,00000
90						12,011	-79	-79,68414	79p	79-PROTON	79,00000 79,00000	79,00000
91						12,011	-80	-80,69280	80p	80-PROTON	80,00000 80,00000	80,00000
92						12,011	-81	-81,70146	81p	81-PROTON	81,00000 81,00000	81,00000
93						12,011	-82	-82,71012	82p	82-PROTON	82,00000 82,00000	82,00000
94						12,011	-83	-83,71878	83p	83-PROTON	83,00000 83,00000	83,00000
95						12,011	-84	-84,72744	84p	84-PROTON	84,00000 84,00000	84,00000
96						12,011	-85	-85,73610	85p	85-PROTON	85,00000 85,00000	85,00000
97						12,011	-86	-86,74476	86p	86-PROTON	86,00000 86,00000	86,00000
98						12,011	-87	-87,75342	87p	87-PROTON	87,00000 87,00000	87,00000
99						12,011	-88	-88,76208	88p	88-PROTON	88,00000 88,00000	88,00000
100						12,011	-89	-89,77074	89p	89-PROTON	89,00000 89,00000	89,00000
101						12,011	-90	-90,77940	90p	90-PROTON	90,00000 90,00000	90,00000
102						12,011	-91	-91,78806	91p	91-PROTON	91,00000 91,00000	91,00000
103						12,011	-92	-92,79672	92p	92-PROTON	92,00000 92,00000	92,00000
104						12,011	-93	-93,80538	93p	93-PROTON	93,00000 93,00000	93,00000
105						12,011	-94	-94,81404	94p	94-PROTON	94,00000 94,00000	94,00000
106						12,011	-95	-95,82270	95p	95-PROTON	95,00000 95,00000	95,00000
107						12,011	-96	-96,83136	96p	96-PROTON	96,00000 96,00000	96,00000
108						12,011	-97	-97,84002	97p	97-PROTON	97,00000 97,00000	97,00000
109						12,011	-98	-98,84868	98p	98-PROTON	98,00000 98,00000	98,00000
110						12,011	-99					



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.



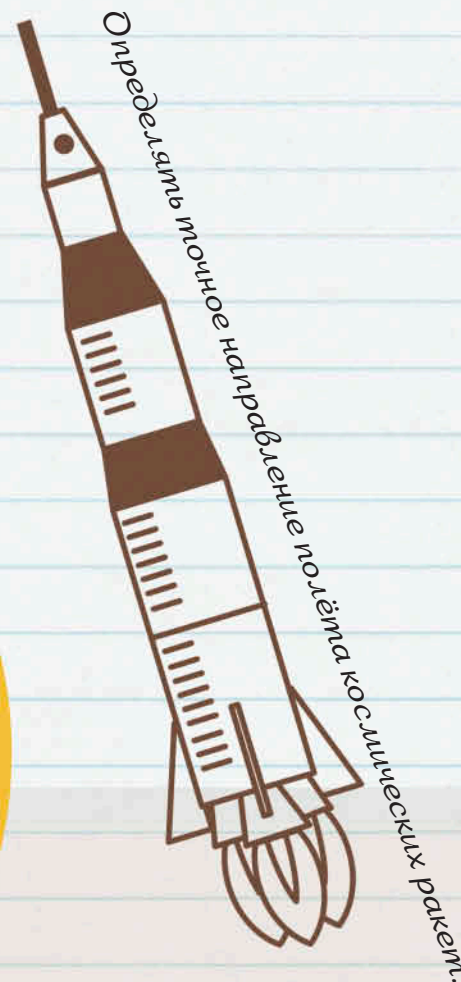
Почему яблоко падает с дерева на землю? Все на свете знают, что предметы падают вниз, но Ньютон был первым, кто объяснил этот процесс с научной точки зрения. Основываясь на своих наблюдениях и вычислениях, он сформулировал **закон всемирного тяготения**, объясняющий, к примеру, падение вещей и вращение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

Он также открыл **три закона движения** (также известные как законы Ньютона), объясняющие, как и почему движутся 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

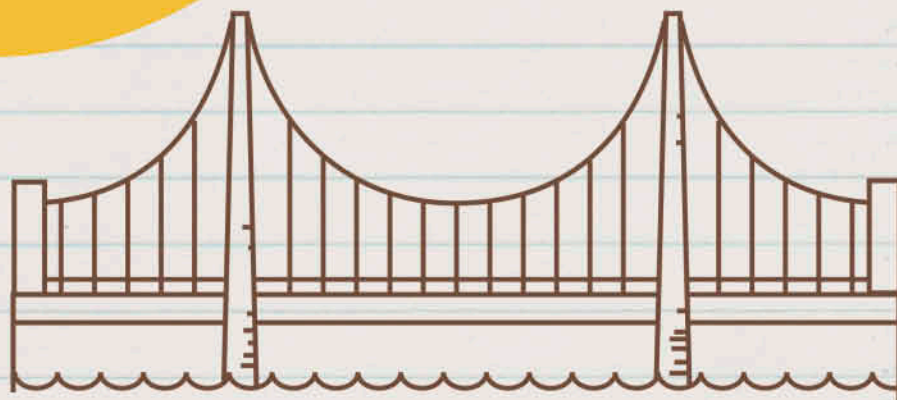
В конце XIX века законы ПРИРОДЫ, открытые такими учёными, как Ньютон, помогли объяснить большинство процессов, происходящих в нашем мире, с помощью МАТЕМАТИКИ.

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 **300 000**
км в секунду.

ЧТО ТАКОЕ ВОЛНА?

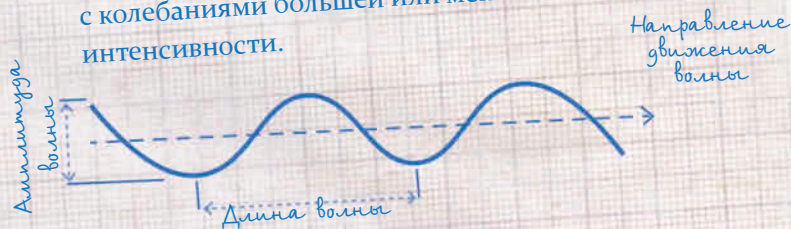
ВОЛНА — колебательное возмущение, вместе с которым перемещается энергия, но не материя.

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.



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**¹ эффект, благодаря которому свет превращался в электричество.

¹ «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.

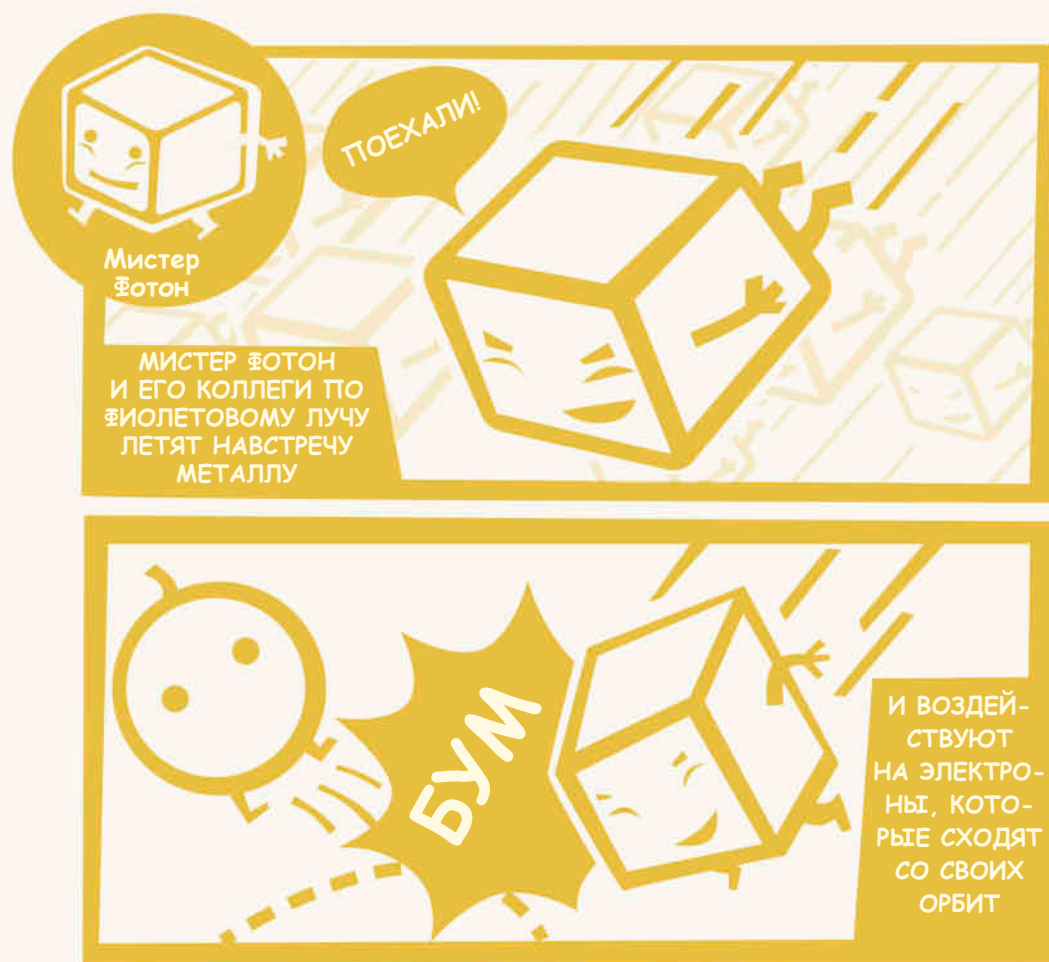
Электроны путешествуют от одного куска металла к другому, и электрический ток начинает своё движение.

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?

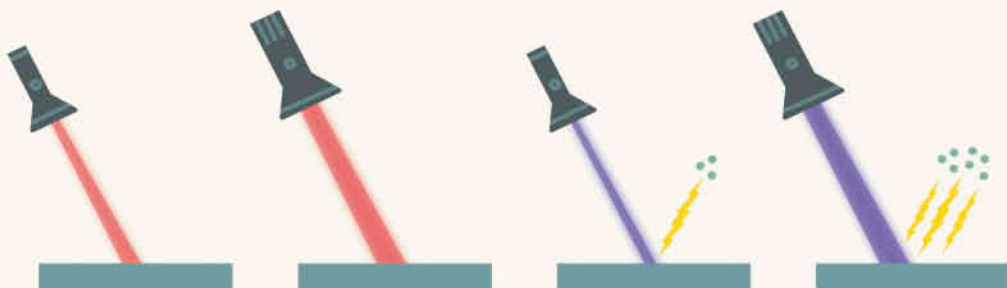


Основываясь на постоянной Планка, ЭЙНШТЕЙН понял, что если свет состоит не из волн, а из частиц (которые он назвал **ФОТОНАМИ**), то фотоэлектрический эффект можно объяснить проще:

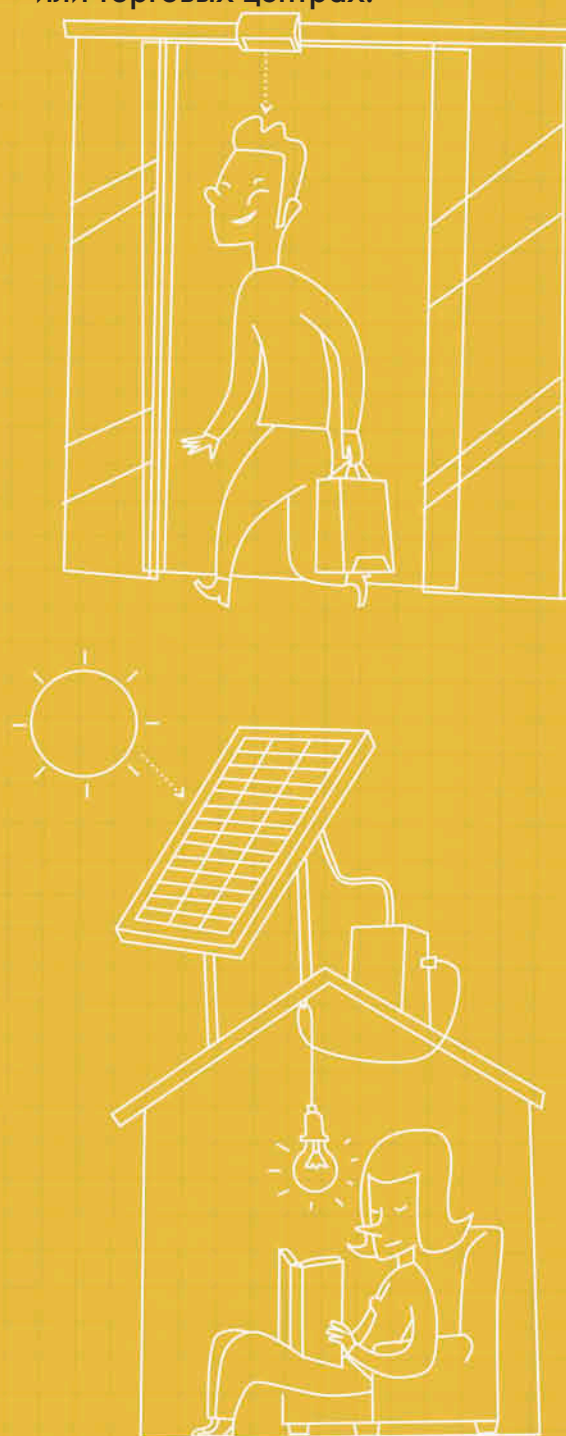


Если мы освещаем металл **ФИОЛЕТОВЫМ** светом, **ФИОЛЕТОВЫЕ ФОТОНЫ** сталкиваются с электронами металла и выбивают их с мест.

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

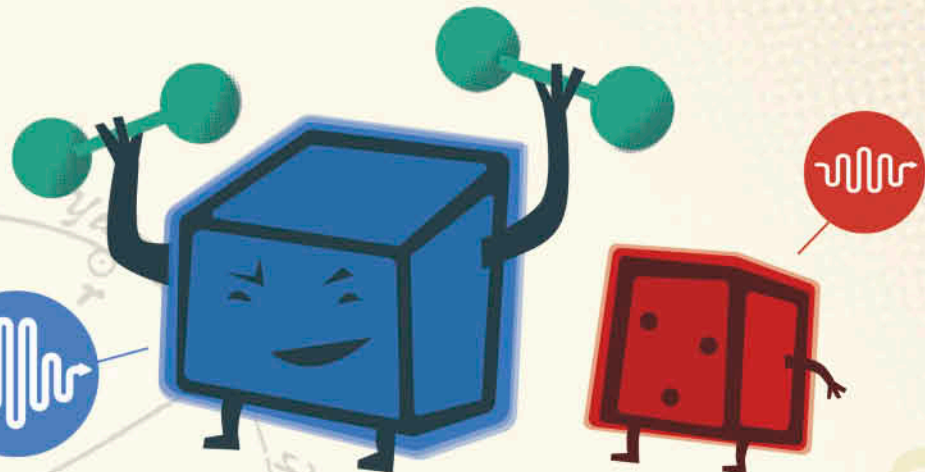
Цвет светового луча определяется его ЧАСТОТОЙ, которая является одной из важнейших его характеристик.

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.



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



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).