

УДК 004.43, 59.30

ББК 32.81

Д29

Улисс Делябр

Д29 Смартфоника: научные эксперименты со смартфоном / пер. с фр. П. Ю. Сергеевой; ред. В. И. Петровичев. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 186 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-866-1

Подобно тому как человек исследует окружающую среду с помощью пяти чувств, современные смартфоны взаимодействуют с внешним миром посредством встроенных в них многочисленных датчиков. Бесплатные приложения для смартфонов открывают доступ к данным этих датчиков и позволяют человеку раздвинуть границы познаваемого.

Автор этой книги предлагает использовать смартфон в неожиданном качестве: например, как микроскоп, деталь весов или маятника, позволяющего рассчитать радиус Земли, измеритель скорости звука и плотности воздуха. Описание экспериментов сопровождается иллюстрациями и подробными расчетными формулами.

Книга будет интересна пытливым обладателям смартфонов вне зависимости от возраста. Предлагаемые эксперименты не требуют сложного оборудования – их может провести даже школьник.

УДК 004.43, 59.30

ББК 32.81

Originally published in France as Smartphonique. Expériences de physique avec un smartphone By Ulysse DELABRE

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.



Оглавление

Предисловие от издательства	11
Предисловие к русскому изданию	12
Предисловие	13
Условные обозначения	14
Глава 1. Смартфон: мобильная мини-лаборатория	15
1. От мобильного телефона до смартфона.....	15
2. Смартфон: настоящая мобильная мини-лаборатория!.....	16
3. Смартфоника: сфера применения.....	18
3.1. Что такое смартфоника?.....	18
3.2. Социальные аспекты смартфоники.....	19
Глава 2. Полезные приложения	21
1. Предупреждение: каждое приложение имеет свои особенности отображения данных.....	21
2. Приложение Phyphox (Physical Phone Experiments).....	22
3. Приложение PhysicsToolbox Suite.....	24
4. Приложение Sensor Kinetics.....	25
5. Какое приложение лучше? Что предпочесть: Phyphox, Physics ToolBox Suite или Sensor Kinetics?.....	26
5.1. Какие приложения использовались в работе над этой книгой?.....	26
6. Другие интересные приложения.....	27
6.1. Приложения для IOS.....	27
6.2. Приложения для Android.....	27
6.3. Приложения для Windows Phone.....	28
6.4. Программы для работы на компьютере.....	28
Глава 3. Датчики смартфона	29
1. Оси смартфона.....	29
2. Датчики и компоненты смартфона.....	30
2.1. Гравитационный акселерометр.....	30
2.2. Линейный акселерометр.....	35
2.3. Гироскоп.....	36
2.4. Магнитометр.....	37

Оглавление

2.5. Датчик давления	38
2.6. Датчик приближения	38
2.7. Датчик освещенности	38
2.8. Экран смартфона	38
2.9. Камера смартфона	39
2.10. GPS и теория относительности	40
2.11. Другие датчики смартфона	40

Глава 4. Смартфон: многофункциональный швейцарский нож науки

1. Измеряем угол с помощью смартфона и... вспоминаем тригонометрию	43
1.1. Самое простое (но наименее интересное с научной точки зрения) решение – использовать приложение	44
1.2. Наклон по вертикали	45
1.3. Наклон по горизонтали	47
1.4. Усложним задачу: наклон по горизонтали и вертикали	49
1.5. Наклон в горизонтальной плоскости	50
2. Измеряем расстояние с помощью смартфона и без рулетки	52
2.1. Способ №1: используем приложения	52
2.2. Измерить расстояние – значит измерить угол	53
2.3. Измеряем высоту объекта с помощью смартфона	53
2.4. Измеряем расстояние по горизонтали	53
2.5. Измеряем расстояние с помощью приложения Google Maps	54
3. Измеряем видимый угловой размер объекта с помощью камеры смартфона	55
3.1. Определение видимого углового размера объекта	55
3.2. Измеряем видимый угловой размер с помощью смартфона	56
4. Измеряем смартфоном скорость, в том числе угловую	57
4.1. Как измерить скорость	57

Глава 5. Эксперименты со смартфоном в области механики

1. Свободное падение смартфона, или Как измерить массу Земли, бросив смартфон	59
1.1. Описание эксперимента	60
1.2. Свободное падение: теоретический обзор	61
1.3. Анализ результатов эксперимента свободного падения	63
1.4. Оценка массы Земли с помощью смартфона	63
1.5. Обсуждение	64

2. Скольжение по наклонной опоре, или Как определить коэффициент статического трения.....	66
2.1. Описание эксперимента.....	67
2.2. Краткий теоретический обзор механики наклонной плоскости	67
2.3. Анализ результатов эксперимента скольжения смартфона на наклонной плоскости	69
2.4. Измеряем динамический коэффициент трения	70
3. Определяем с помощью смартфона коэффициент динамического трения поверхности стола.....	71
3.1. Описание эксперимента.....	72
3.2. Механика скольжения.....	73
3.3. Анализ результатов эксперимента скольжения смартфона	74
3.4. Усложняем эксперимент.....	75
4. Вращение смартфона и центробежная сила, или Как определить место расположения акселерометра в смартфоне	76
4.1. Описание эксперимента.....	77
4.2. Сложение ускорений и центробежная сила: теоретический обзор ...	78
4.3. Анализ результатов эксперимента с вращающимся смартфоном.....	80
4.4. Определяем местоположение акселерометра в смартфоне	81
5. Маятник, или Как рассчитать радиус Земли на основании колебаний маятника.....	83
5.1. Описание эксперимента.....	84
5.2. Маятник: теоретический обзор	84
5.3. Анализ результатов эксперимента	88
5.4. Обсуждения	90
6. Проверка закона сохранения механической энергии на примере анализа траектории движения	93
6.1. Описание эксперимента.....	94
6.2. Форма траектории движения мяча: обзор	94
6.3. Теперь о сохранении энергии	96
6.4. Анализ результатов эксперимента по бросанию мяча	97
6.5. Усложняем эксперимент.....	97
6.6. Приложение VidAnalysis: краткое руководство по использованию....	98
7. Подвешиваем смартфон на резинку, или Как сделать весы	99
7.1. Описание эксперимента.....	100
7.2. Колебание пружины: теоретический обзор	100
7.3. Анализ эксперимента с пружиной.....	102
7.4. Усложняем задачу.....	102

Глава 6. Акустические эксперименты со смартфоном	105
1. Хлопаем в ладоши и двумя смартфонами измеряем скорость звука	105
1.1. Описание эксперимента.....	106
1.2. Анализ результатов эксперимента	107
1.3. Усложняем эксперимент.....	107
2. Анализ звука музыкального инструмента.....	108
2.1. Описание эксперимента.....	108
2.2. Краткие сведения о связи между волнами и спектрами.....	109
2.3. Анализ результатов акустического эксперимента	110
2.4. Усложняем эксперимент.....	112
3. Анализ акустического резонанса гитары.....	114
3.1. Описание эксперимента.....	115
3.2. Анализ резонанса струны.....	115
3.3. Анализ результатов эксперимента	117
4. Спортивный эксперимент по измерению скорости звука посредством эффекта Доплера.	118
4.1. Описание эксперимента.....	119
4.2. Объяснение эффекта Доплера	120
4.3. Анализ результатов эксперимента по определению доплеровского смещения частоты.....	121
4.4. Усложняем эксперимент.....	121
5. Дуем в бутылку из-под вина Бордо и измеряем скорость звука	122
5.1. Описание эксперимента.....	123
5.2. Суть явления резонанса.....	123
5.3. Анализ результатов эксперимента по определению резонансной частоты бутылки	125
6. Зависимость громкости звука от расстояния до его источника. Нужно ли сидеть в первом ряду, чтобы хорошо слышать?	127
6.1. Описание эксперимента.....	128
6.2. Понятие интенсивности звука	128
6.3. Анализ результатов эксперимента	129
Глава 7. Оптические эксперименты со смартфоном	131
1. Наблюдение инфракрасного излучения с помощью смартфона	131
1.1. Описание эксперимента.....	132
1.2. Датчики камеры смартфона	132
1.3. Анализ эксперимента по визуализации инфракрасного излучения.....	134
1.4. Усложняем эксперимент.....	134

2. Измеряем фокусное расстояние и проверяем геометрическую оптику камеры смартфона	135
2.1. Как работает камера смартфона. Геометрическая оптика: краткий обзор	136
2.2. Описание эксперимента.....	142
2.3. Анализ результатов эксперимента	143
3. Превращаем смартфон в микроскоп и измеряем толщину волоса	144
3.1. Принцип работы микроскопа	145
3.2. Повышаем увеличение камеры смартфона методом объединения двух линз	146
3.3. Капля воды в качестве короткофокусного объектива	147
3.4. Превращаем смартфон в микроскоп.....	148
3.5. Калибровка микроскопа.....	148
3.6. Измеряем смартфоном толщину волоса	149
4. Зависимость степени освещенности от расстояния до источника света	151
4.1. Описание эксперимента.....	152
4.2. Физические характеристики света	153
4.3. Анализ результатов эксперимента	155
4.4. Усложняем эксперимент.....	155
5. Проверка закона Малюса с помощью смартфона и 3D-очков.....	157
5.1. Закон Малюса.....	157
5.2. Описание эксперимента.....	157
Глава 8. К новым открытиям	161
1. Определяем плотность воздуха и проверяем закон статики жидкостей	161
1.1. Описание эксперимента.....	162
1.2. Понятие давления и закон статики жидкостей	162
1.3. Анализ результатов эксперимента по зависимости давления от высоты.....	164
1.4. Усложняем эксперимент.....	165
2. Измерение поверхностного натяжения и зондирование микроскопических взаимодействий жидкости.....	167
2.1. Описание эксперимента.....	168
2.2. Измерение поверхностного натяжения в висящей капле	168
2.3. Анализ результатов.....	170
3. Наблюдаем клетки растений и пиксели с помощью смартфона.....	171
3.1. Рассматриваем пиксели экрана с помощью смартфона	171
3.2. Наблюдаем клетки с помощью смартфона	172

Оглавление

4. Поглощение света и закон Бера–Ламберта	173
4.1. Описание эксперимента.....	174
4.2. Закон Бера–Ламберта	174
4.3. Анализ результатов эксперимента	176
5. Поиск планет за пределами Солнечной системы.....	178
5.1. Эксперимент	178
5.2. Анализ результатов эксперимента	179
Выводы	181
Ссылки	183
Предметный указатель	185