

СОДЕРЖАНИЕ



Пролог
ИГРАЯ В ТЕННИС,
ДУМАЕШЬ ЛИ ТЫ О ФИЗИКЕ? 1

Глава 1
ЗАКОН ДЕЙСТВИЯ
И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ 13

1.1. Закон действия и противодействия 14

 Как работает закон действия и противодействия..... 15

 Равновесие 20

 Равновесие сил и закон действия и противодействия.... 23

 Силы, действующие на расстоянии
 и закон действия и противодействия..... 30

1.2. Зачем нужна физика 33

 Три закона Ньютона..... 33

| | |
|---|-----------|
| Давайте разберёмся! | 37 |
| Скалярные и векторные величины | 37 |
| Основные свойства векторов | 37 |
| Векторы сил и равновесие..... | 39 |
| Три закона движения Ньютона..... | 41 |
| Где начинается вектор силы тяжести | 42 |
| Запись третьего закона Ньютона в виде равенства | 43 |
| Сила притяжения и всемирное тяготение | 44 |

Глава 2

СИЛА И ДВИЖЕНИЕ

2.1. Скорость и ускорение

 Равномерное прямолинейное движение..... 48

 Ускорение..... 52

Давай обсудим!

 Найдём пройденное расстояние при переменной скорости .. 55

2.2. Первый и второй законы Ньютона.....

 Закон инерции

 Закон ускорения $F = ma$

Давай обсудим!

 Находим точное значение силы..... 75

 Движение мяча, брошенного под углом к горизонту

Давайте разберёмся!

 Три уравнения равноускоренного движения..... 87

 Сложение векторов по правилу параллелограмма..... 88

 Сложение и разложение сил..... 89



| | |
|---|-----|
| Первый закон Ньютона | 91 |
| Второй закон Ньютона | 91 |
| Направления скорости, ускорения и силы..... | 92 |
| Тело не обладает силой | 93 |
| Единица силы — Ньютон (Н) | 94 |
| Как определяются масса и сила..... | 94 |
| Определение силы тяжести..... | 95 |
| Движение мяча, брошенного под углом к горизонту | 98 |
| Найдём ускорение и скорость | 100 |
| Найдём пройденное телом расстояние | 101 |

Глава 3

ИМПУЛЬС 103

3.1. Импульс тела и импульс силы 104

Понятие импульса

Давай обсудим!

Зависимость импульса от массы

Изменение импульса — это импульс силы.....

Давай обсудим!

Найдём импульс при ударе

3.2. Импульс тела сохраняется 120

Третий закон Ньютона и сохранение импульса.....

Давай обсудим!

Открытый космос и сохранение импульса.....

3.3. Импульс в повседневной жизни 129

Смягчение удара.....

Как усилить подачу!.....

| | |
|--|------------|
| Давайте разберёмся! | 139 |
| Импульс тела и импульс силы..... | 139 |
| Импульс тела и импульс силы в повседневной жизни..... | 140 |
| Вывод закона сохранения импульса | 141 |
| Разделение и соединение тел — задачи, легко решаемые с помощью закона сохранения импульса | 143 |
| Единица импульса | 144 |
| Закон действия и противодействия и закон сохранения импульса | 145 |
| Закон сохранения импульса в векторном виде..... | 145 |
| Движение ракеты..... | 147 |

Глава 4 **ЭНЕРГИЯ**

151

4.1. Работа и энергия

152

 Что такое энергия?

153

 Давай обсудим!

 В чём разница между импульсом и кинетической энергией? ..

162

 Потенциальная энергия (энергия положения)

164

 Работа и потенциальная энергия

169

 Давай обсудим!

 Работа и сохранение энергии

172

 Работа и энергия.....

175

 Давай обсудим!

 Связь между работой и кинетической энергией.....

178

 Тормозной путь и скорость

180

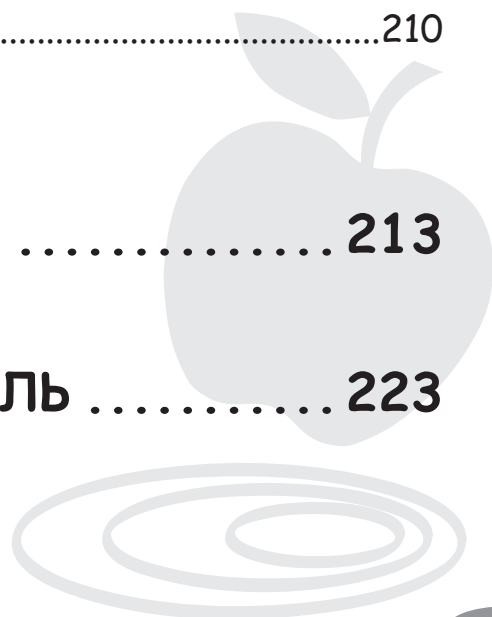
4.2. Закон сохранения механической энергии ..

184

 Преобразование энергии.....

184

| | |
|---|------------|
| Сохранение механической энергии..... | 187 |
| Давай обсудим! | |
| Закон сохранения механической энергии в действии ... | 191 |
| Находим скорость и высоту подброшенного мяча..... | 194 |
| Давай обсудим! | |
| Сохранение механической энергии на склоне | 195 |
| Давайте разберёмся! | 200 |
| Единицы энергии | 200 |
| Различие между работой по подъёму тела и работой силы тяжести..... | 201 |
| Потенциальная энергия..... | 203 |
| Скорость и высота подбрасывания | 204 |
| Направление силы и работа | 204 |
| Работа в случае переменной силы (одномерный случай)..... | 206 |
| Консервативные силы и закон сохранения энергии | 208 |
| Потенциальная энергия пружины и сила..... | 209 |
| Неконсервативные силы и закон сохранения энергии . | 209 |
| Закон сохранения энергии и задача столкновения монет | 210 |
| | |
| Эпилог | |
| МАТЧ МЕГУМИ И САЯКИ | 213 |
| | |
| ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ | 223 |



ПРЕДИСЛОВИЕ

Для понимания физики очень важно верно «представлять» себе предмет изучения. В классической механике, в частности, нужно понимать, как применять законы физики к нестационарным, движущимся телам. Но, к сожалению, традиционные учебники редко дают пригодное описание такого движения.

Настоящая книга пытается выйти за рамки этих традиционных учебников с помощью комиксов. Комиксы — это не просто картинки, это выразительное и динамичное средство, способное отражать ход времени. Используя комиксы, можно ярко, в движении показывать все изменения. С их помощью скучные на первый взгляд законы и выдуманные ситуации превращаются в нечто знакомое, приятное и доходчивое. Ну, и само собой разумеется, комиксы — это весело, что также подчёркивается в настоящей книге.

Как автору, желающему узнать, удался ли мой замысел, мне остаётся лишь ждать оценок читателей. К моему глубокому удовлетворению, эта работа была завершена, хотя и с исключением одной главы — из-за ограничения на количество страниц — о поездке в парк развлечений, где объяснялось вращательное движение и неинерциальная система отсчёта.

Главный персонаж этой книги — ученица средней школы Мегуми Ниномия, которая находит физику довольно сложным предметом. Я искренне желаю, чтобы моя книга достигла как можно больше читателей, которые также считают, что «физика сложна», и которым «не нравится физика», и помогла им найти в физике что-нибудь приятное, как это случилось с Мегуми. Пусть даже самую малость.

И в заключение, что не менее важно, я хотел бы выразить глубокую признательность персоналу редкции издательства Ohmsha, сценаристу re_akino и иллюстратору Кейта Такацу, чьи совместные усилия привели к появлению этого замечательного комикса, создать который мне одному было бы не под силу.

Хидео Нитта
Ноябрь 2006

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЛИЦА



Мегуми Ниномия

Любит спорт, а также мечтать и подшучивать. Подруги называют её Мегу, а Риота — уважительно Ниномия-сан.

Риота Нономура

Любит физику, серебряный призёр олимпиады по физике. Сначала Мегуми обращается к нему Нономура-кун (суффикс «кун» добавляют при обращении к мальчикам), а позже, когда они лучше узнают друг друга, — просто Риота.

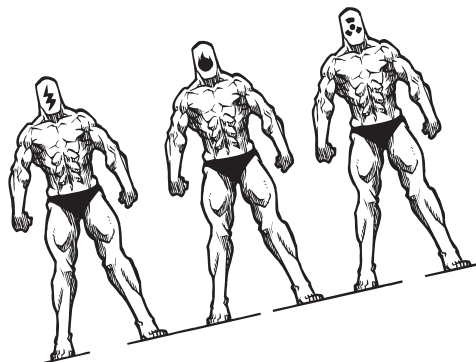


Саяка Кода

Любит физику и спорт, но больше всего любит себя.

Странные парни

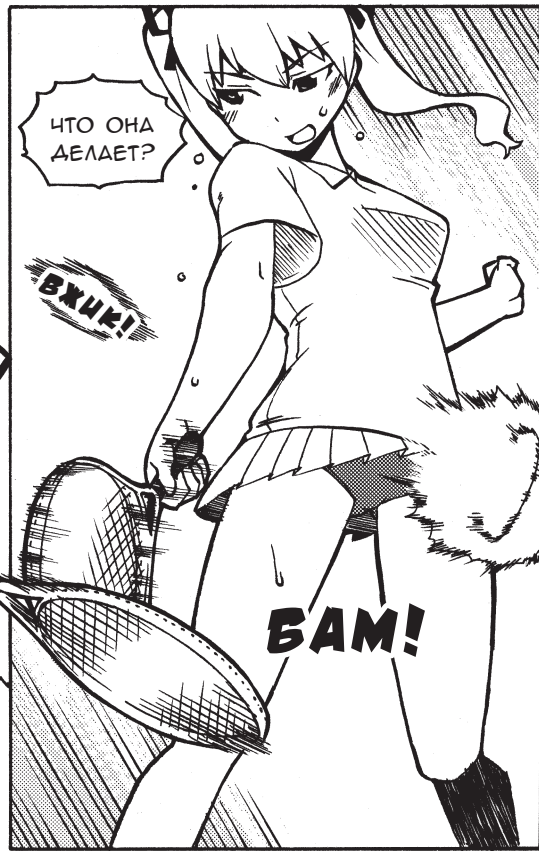
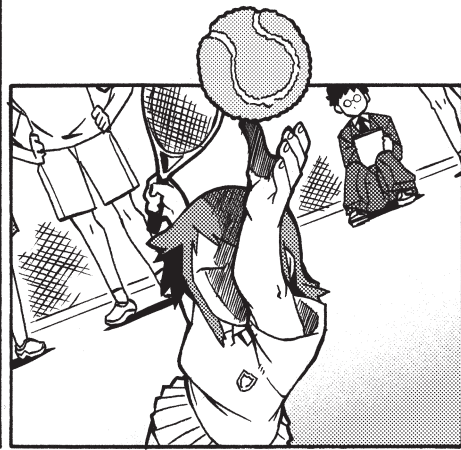
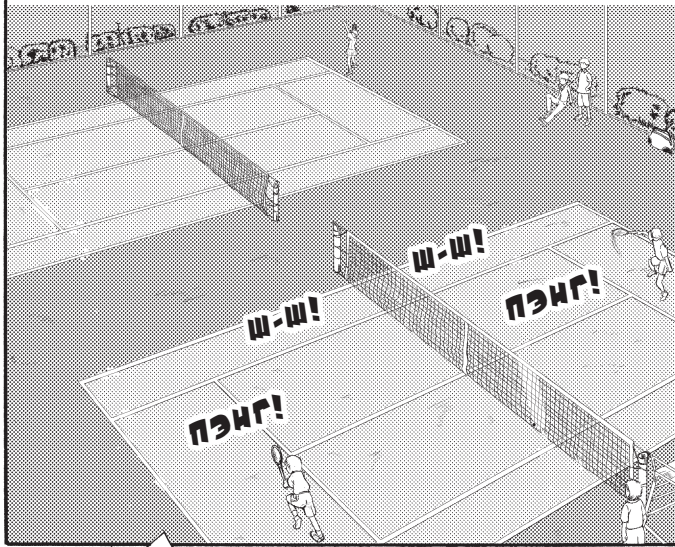
из учебника физики

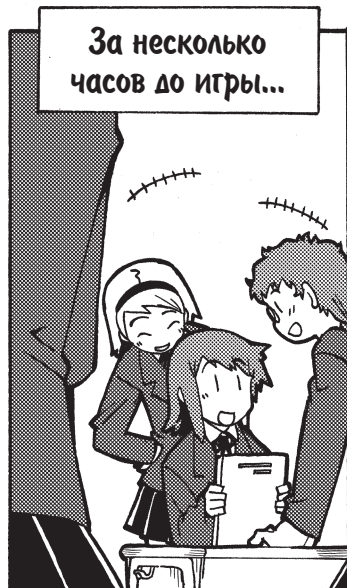


ПРОЛОГ

ИГРАЯ В ТЕННИС,
ДУМАЕШЬ ЛИ
ТЫ О ФИЗИКЕ?







За несколько часов до игры...



НУ КАК!
НА ВСЕ
ВОПРОСЫ
ОТВЕТИЛ?

Э-э-э...
НУ, ТОГДА

СКАЖИ, КАК
ТЫ ОТВЕТИЛ
НА ДЕВЯТЫЙ
ВОПРОС?

ДАВАЙ
СРАВНИМ
ОТВЕТЫ.



9) Предположим, Вы ударяете теннисной ракеткой по мячу. Что больше: сила, с которой мяч отталкивает ракетку, или сила, с которой ракетка отталкивает мяч?

А. Сила, с которой ракетка отталкивает мяч, больше силы, с которой мяч отталкивает ракетку.
Б. Сила, с которой мяч отталкивает ракетку, больше силы, с которой ракетка отталкивает мяч.
В. Сила, с которой ракетка отталкивает мяч, и сила, с которой мяч отталкивает ракетку, равны.
Г. Связь между силой, с которой ракетка отталкивает мяч, и силой, с которой мяч отталкивает ракетку, зависит от массы ракетки и скорости мяча.

ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ В.

ПОЧЕМУ?

О НЕТ... Я ВЫБРАЛА А.

Саяка сегодня в прекрасном настроении



ТЫ ОШИБЛАСЬ,
МЕГУМЦ.

ТЫ ЧТО, ЗАБЫЛА
ТРЕТИЙ ЗАКОН
НЬЮТОНА?

О ЧЕМ ТЫ,
САЯКА?

ХИ-ХИ-ХИ

ХИ-ХИ-ХИ

ВСПОМНИ ТРЕТИЙ
ЗАКОН НЬЮТОНА —
ЭТО ЗАКОН ДЕЙСТВИЯ
И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ.

Сила, с которой ракетка
действует на мяч

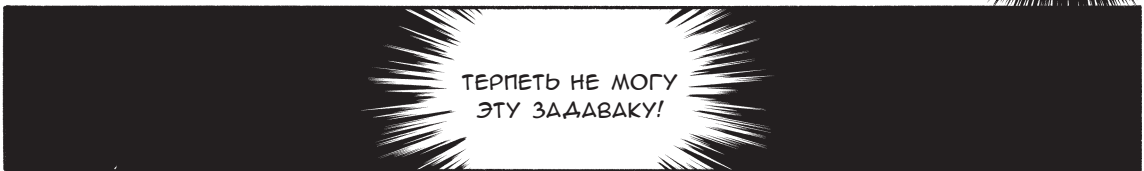
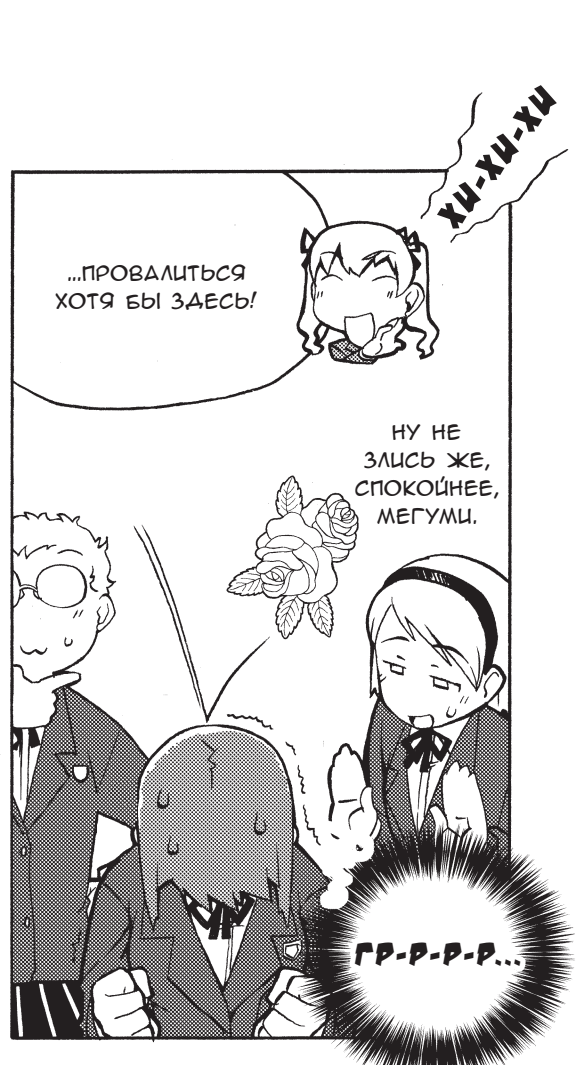
Сила, с которой мяч
действует на ракетку

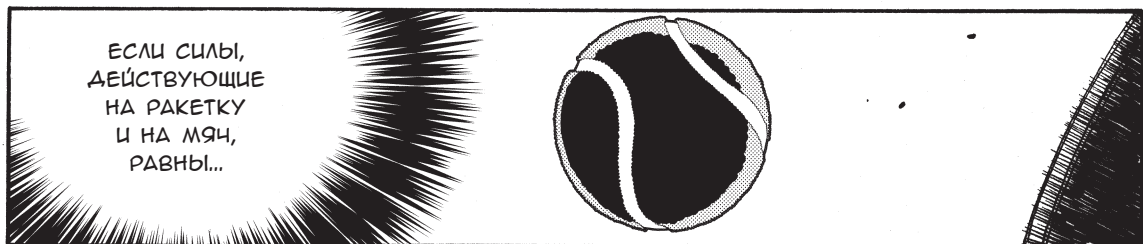
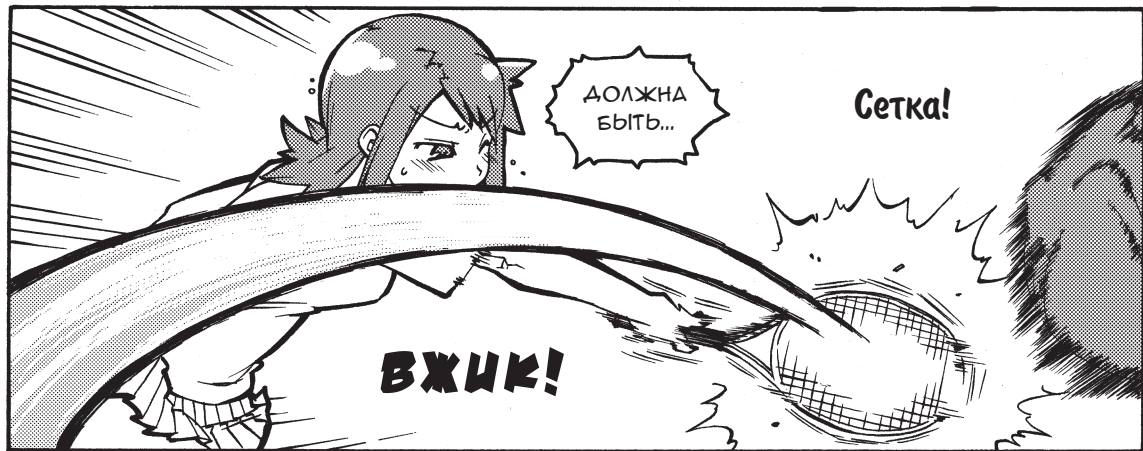
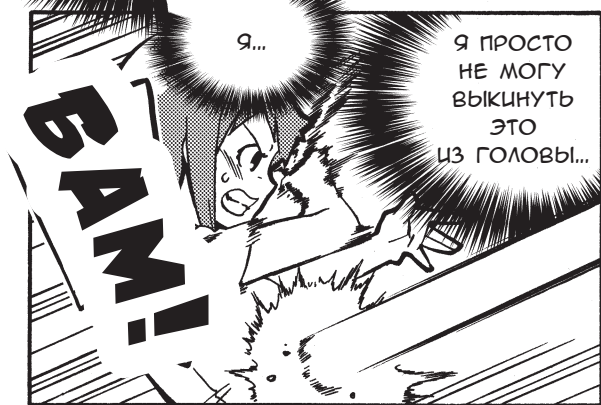
ХЕ-ХЕ

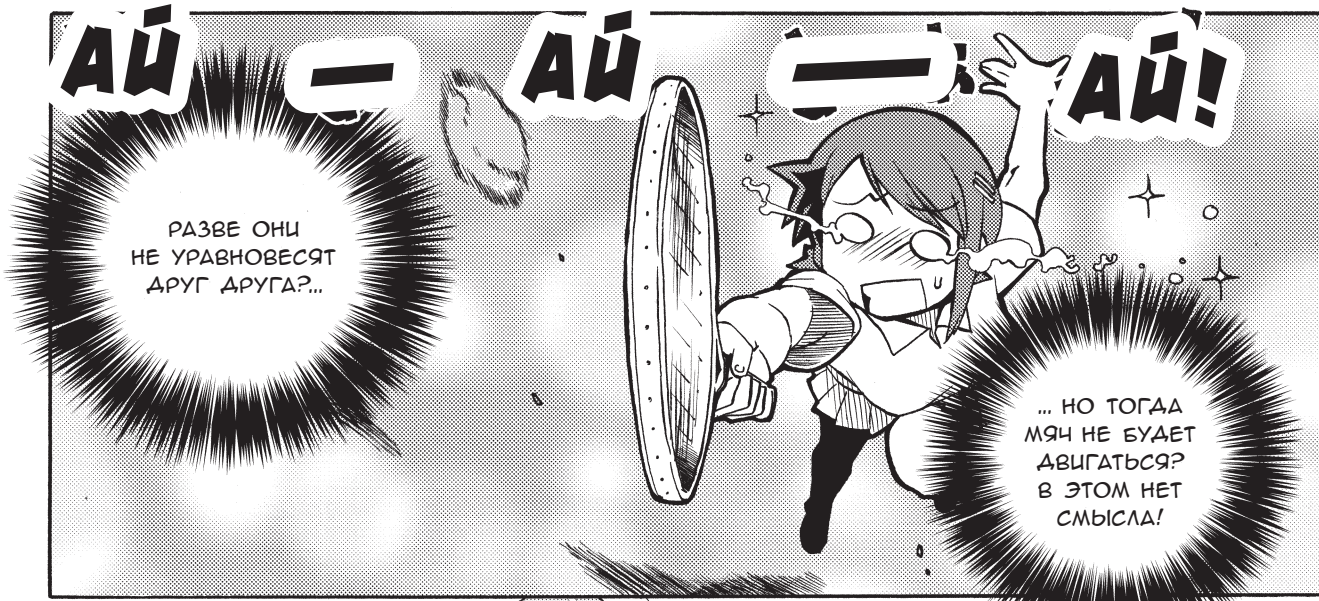
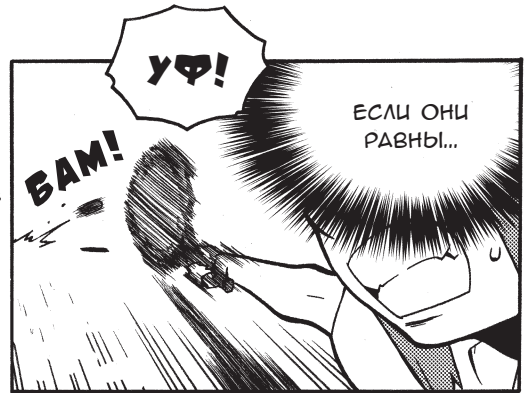
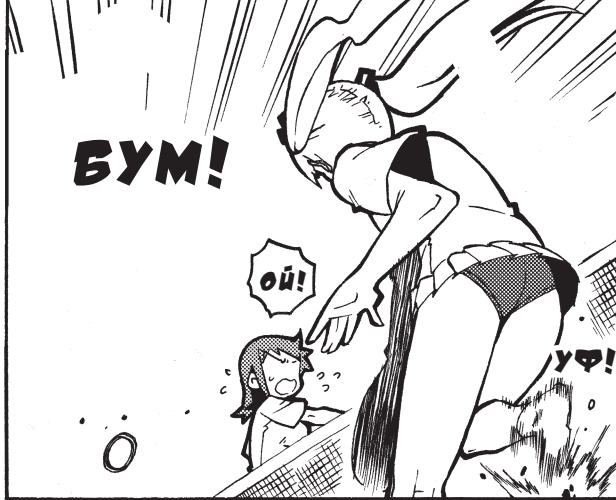
СИЛА, С КОТОРОЙ
РАКЕТКА ДЕЙСТВУЕТ
НА МЯЧ, И СИЛА,
С КОТОРОЙ МЯЧ
ДЕЙСТВУЕТ
НА РАКЕТКУ, ВСЕГДА
РАВНЫ.

ТАК ЧТО
ПРАВИЛЬНЫЙ
ОТВЕТ В.

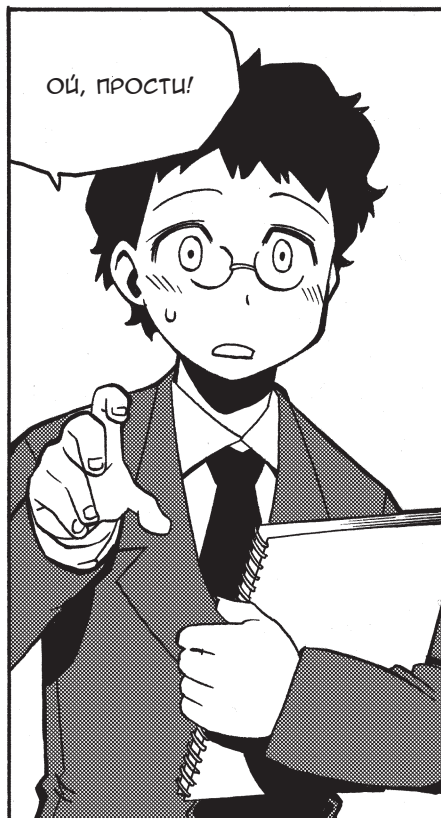
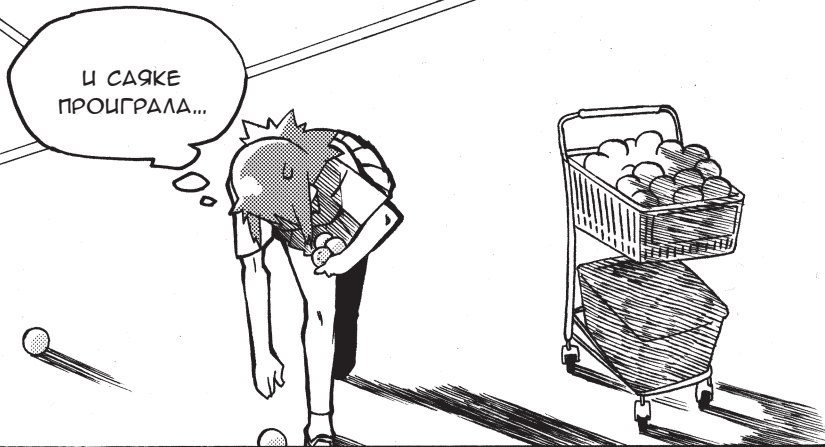
НУ ДА?!



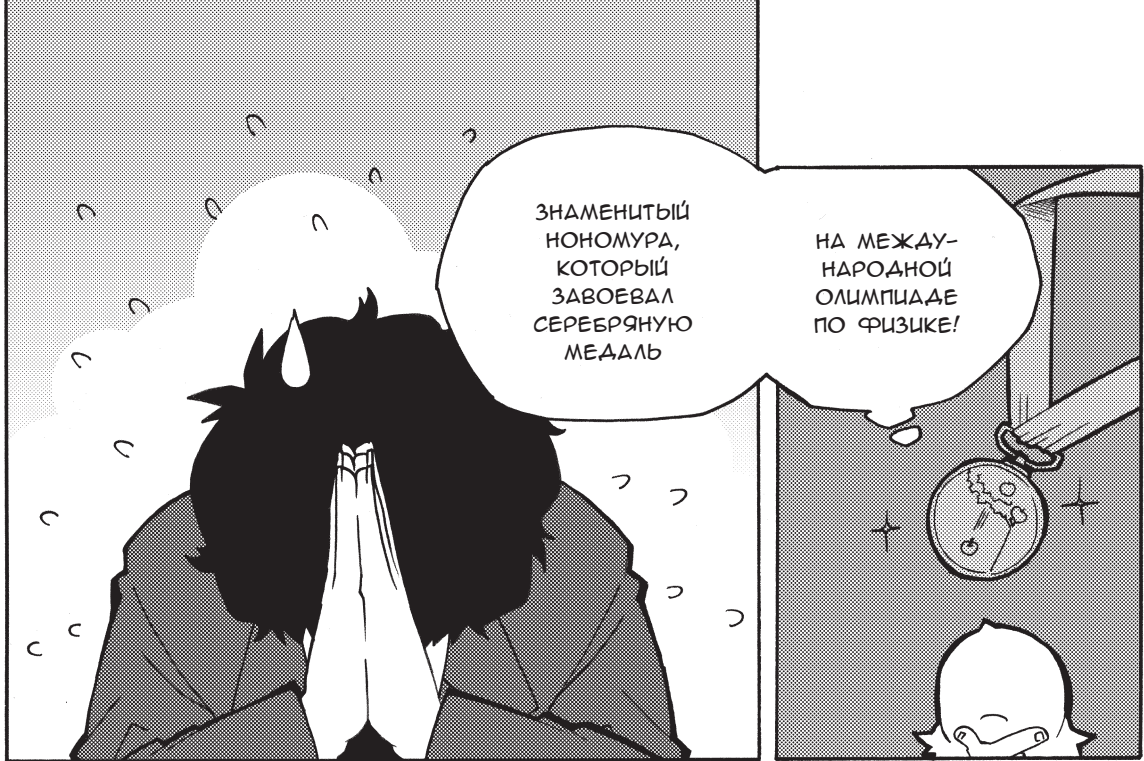




Позже этим же днем...



ПРОЛОГ. ИГРАЯ В ТЕННИС, ДУМАЕШЬ ЛИ ТЫ О ФИЗИКЕ?





НО НИЧЕГО
СТРАШНОГО,
ТЫ ВЕДЬ
НЕ НАРОЧНО.



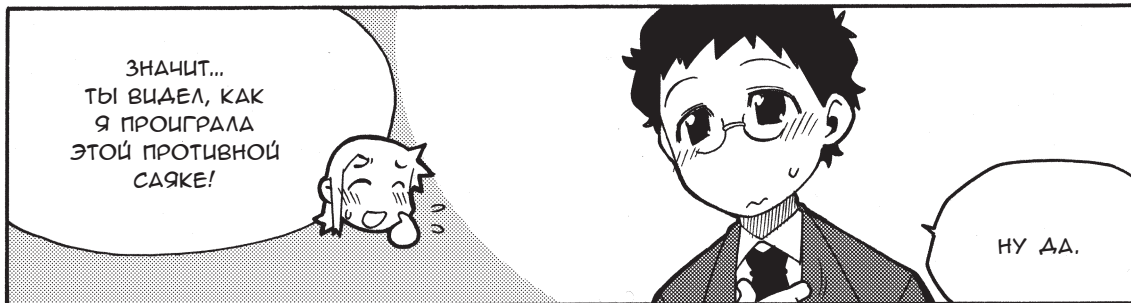
А ЧТО
ТЫ ВООБЩЕ
ЗДЕСЬ ДЕЛАЕШЬ?



Я РАССЧИТЫВАЛ
АВЖИЖЕНИЕ МЯЧА,
ПОКА СМОТРЕЛ
ЗА ВАШЕЙ ИГРОЙ.

Эффект Магнуса
 $m \frac{d^2y}{dt^2} = -mg + \dots$

УХ ТЫ! ЧЕГО ЖЕ
ЕЩЁ ОЖИДАТЬ
ОТ СЕРЕБРЯНОГО
ПРИЗЁРА
ОЛИМПИАДЫ
ПО ФИЗИКЕ?!



ЗНАЧИТ...
ТЫ ВИДЕЛ, КАК
Я ПРОИГРАЛА
ЭТОЙ ПРОТИВНОЙ
САЯКЕ!

НУ ДА.



ТОГДА СЛУШАЙ
ВНИМАТЕЛЬНО!

ЗНАЕШЬ,
ПОЧЕМУ
Я ПРОИГРАЛА?..

ПФФ!

ХВАТЬ!

О ЧЁМ
ТЫ?



ПОМНИШЬ, СЕГОДНЯ
НА КОНТРОЛЬНОЙ
ПО ФИЗИКЕ БЫЛ
ВОПРОС
О ТЕННИСНОМ
МЯЧЕ И РАКЕТКЕ?

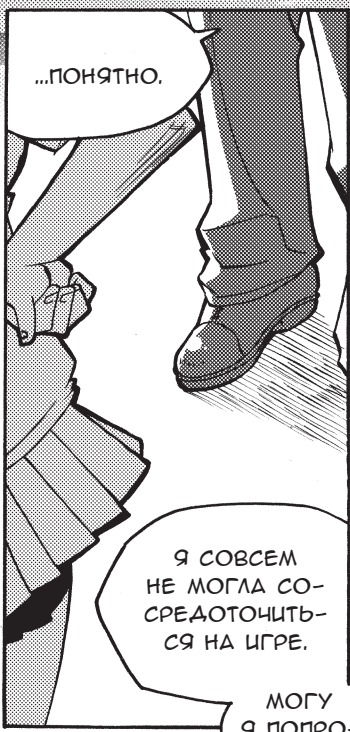
КОНЕЧНО.



Я ОТВЕТИЛА
НЕПРАВИЛЬНО.
И ЭТО МЕШАЛО
МНЕ ВСЮ ИГРУ.

ЭТО
ОТВЛЕКАЛО
ТЕБЯ?

ДА.



...ПОНЯТНО.

Я СОВСЕМ
НЕ МОГЛА СО-
СРЕДОТОЧИТЬ-
СЯ НА ИГРЕ.

МОГУ
Я ПОПРО-
СИТЬ?



НОНОМУРА-КУН,
ПОМОЖЕШЬ МНЕ
РАЗОБРАТЬСЯ
В ФИЗИКЕ?

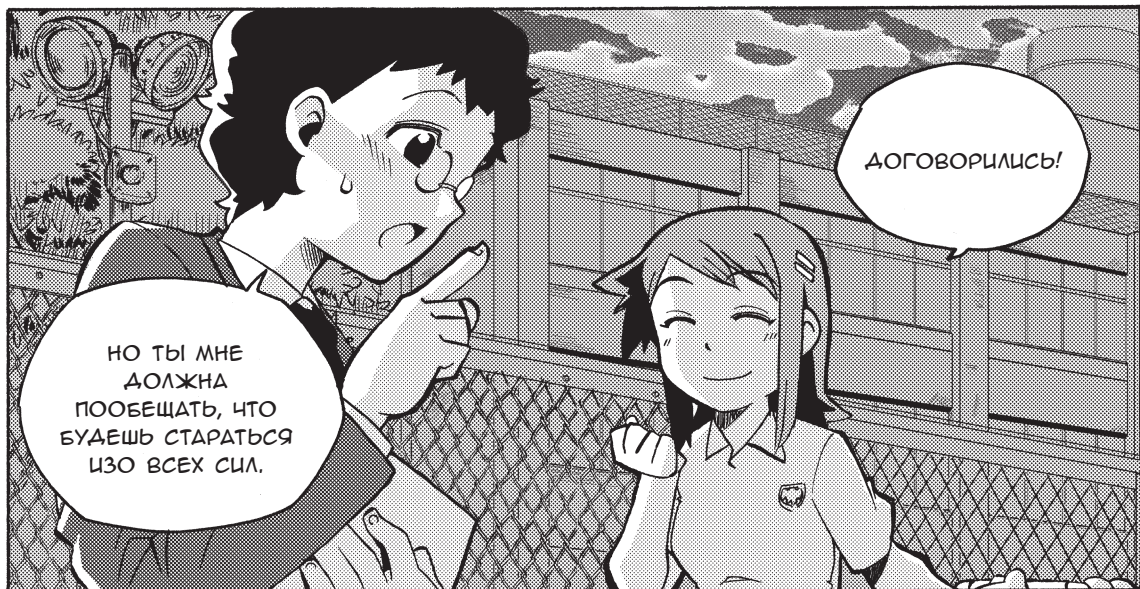
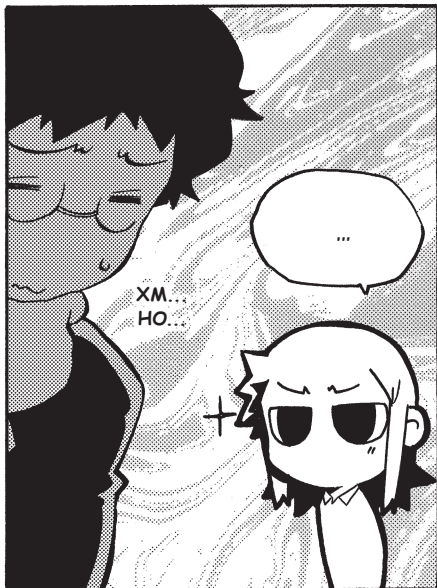
ХЛ-ОП!

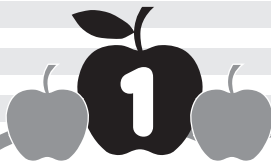


ПОЧЕМУ Я?!

ДР-Р
ДР-Р

У ТЕБЯ ЖЕ
СЕРЕБРЯНАЯ
МЕДАЛЬ. РАЗВЕ НЕТ?
ПОЖАЛУЙСТА,
ПОМОГИ МНЕ!

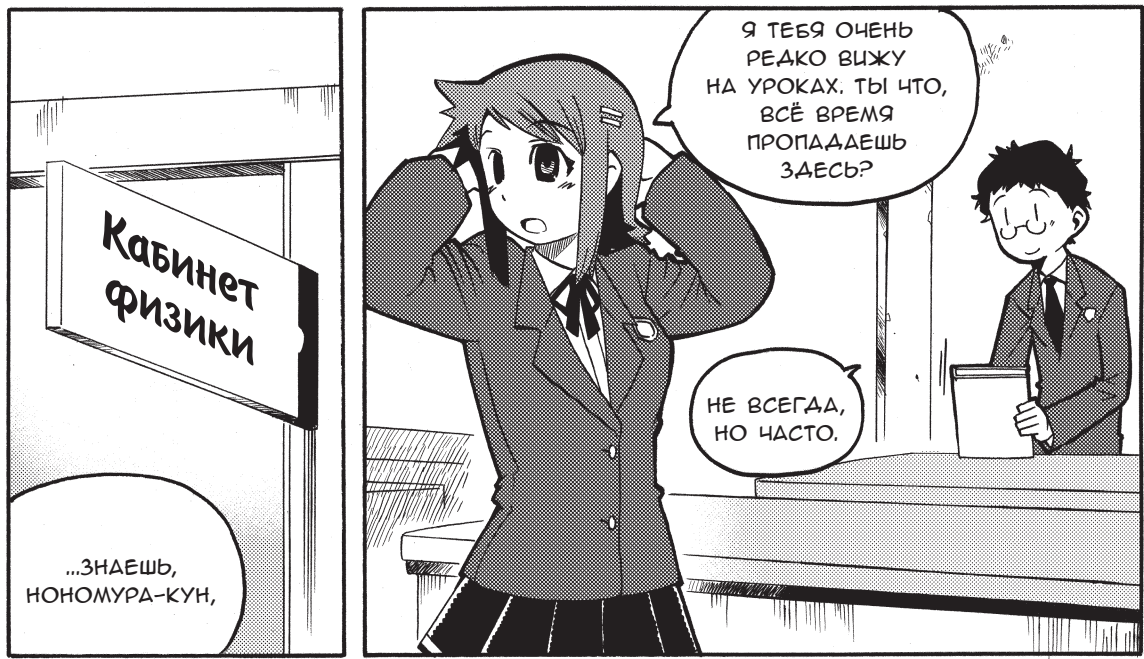




**ЗАКОН
ДЕЙСТВИЯ
И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ**



1.1. ЗАКОН ДЕЙСТВИЯ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

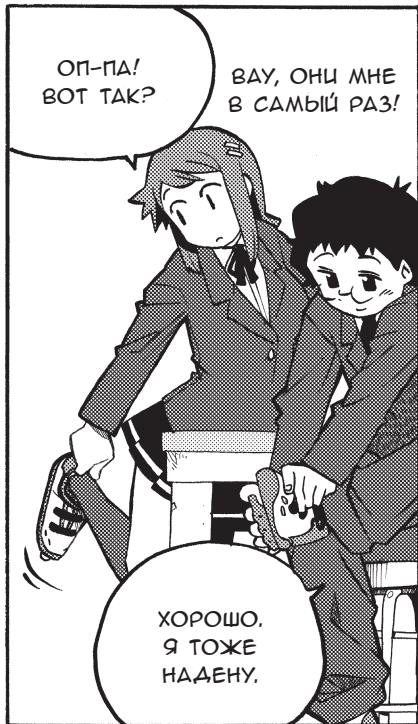
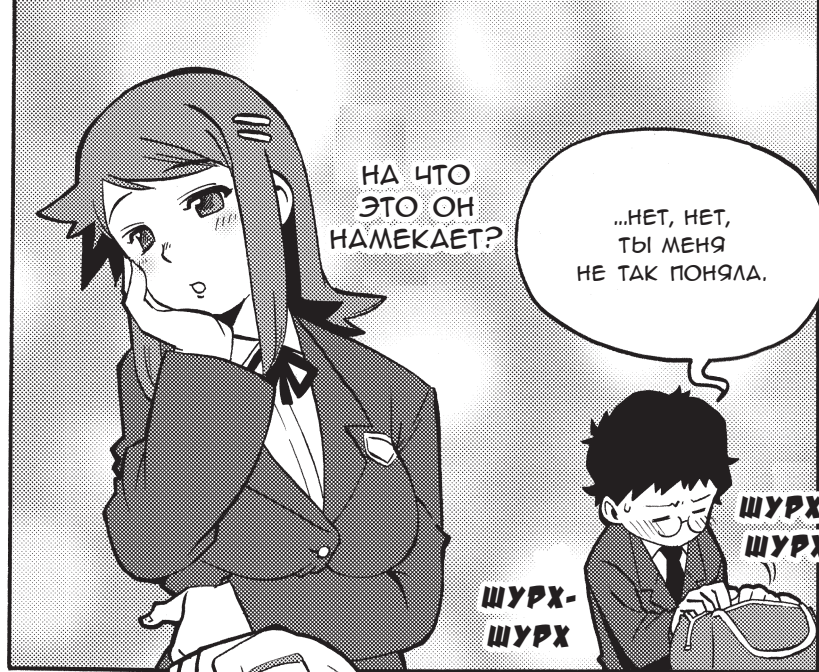




КАК РАБОТАЕТ ЗАКОН ДЕЙСТВИЯ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

ПОЖАЛУЙ, НАЧНЁМ.







А ТЕПЕРЬ... ВЫТЯНИ РУКИ, КАК Я, И ОТТОЛКНИ МЕНЯ.

КАК ТЫ ПОЛАГАЕШЬ, НИНОМЦЯ-САН, СМОЖЕШЬ ЛИ ТЫ САВИНУТЬ МЕНЯ, А САМА ОСТАТЬСЯ НА МЕСТЕ?



ВОТ ТАК?

ДА, ВОТ ТАК.



ХА!

Я, С МАССОЙ 40 КГ, ТОЛКНУ ТЕБЯ, НОНОМУРА-КУН, С МАССОЙ 60 КГ.

ДАЖЕ СМЕШНО!

ИМЕННО ТАК. ПОЧЕМУ ТЫ ТАК УХМЫЛЯЕШЬСЯ?



НУ, ПОСМОТРИМ!

ВЖ-Ж-Ж

ВЖ-Ж-Ж

ВИДИШЬ, МЫ ОБА ДВИЖЕМСЯ.

И ТЫ, НИНОМЦЯ-САН, ОТЪЕХАЛА ДАЛЬШЕ.

ММ... А ТЫ ПРАВ...

А ТЕПЕРЬ
ПОПРОБУЕМ-КА
НАОБОРОТ.

ЕСЛИ ТОЛКАТЬ БУДУ
Я, МЫ СНОВА
РАЗЪЕДЕМСЯ ТОЧНО
ТАК ЖЕ.



ПРАВДА?

КОГДА
ТЫ ТОЛКАЕШЬ МЕНЯ,
ТО ЕСТЬ
ПРИКЛАДЫВАЕШЬ
КО МНЕ СИЛУ,

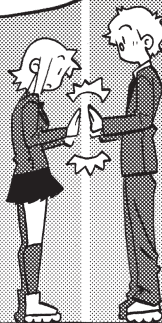
ДАЖЕ ЕСЛИ
Я НЕ СОБИРАЮСЬ
ТОЛКАТЬ ТЕБЯ
В ОТВЕТ,



К ТВОЕМУ ТЕЛУ
ТОЖЕ БУДЕТ
ПРИЛОЖЕНА СИЛА,
НИНОМИЯ-САН.

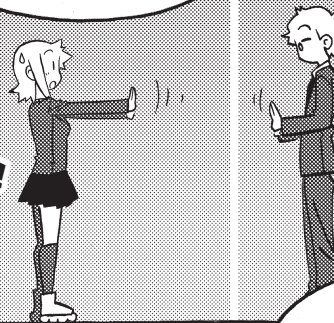
ВСЯКИЙ РАЗ, КОГДА
КТО-ТО ИЗ НАС
КАКИМ-ЛИБО ОБРАЗОМ
ПРИКЛАДЫВАЕТ СИЛУ
К ДРУГОМУ,

ХОП!



НА НЕГО ДЕЙСТВУЕТ
ТАКАЯ ЖЕ СИЛА,
ТОЛЬКО В ОБРАТНОМ
НАПРАВЛЕНИИ.

**УХ
ТЫ!**



ТАК ЧТО
В ЛЮБОМ СЛУЧАЕ
Я НЕ МОГУ
САВИНУТЬ ТЕБЯ,
А САМ ОСТАТЬСЯ
НА МЕСТЕ.