

Содержание

Введение6

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ ФИЗИКУ?

Механика

| | |
|--|----|
| Круги на воде..... | 8 |
| На воздушном шаре..... | 9 |
| Прыжки в воду..... | 9 |
| Отклонение пламени свечи..... | 10 |
| Чаинки в воде..... | 10 |
| Падение тела..... | 11 |
| Муха в банке..... | 11 |
| Затяжной прыжок с парашютом..... | 12 |
| Сто тысяч атмосфер силой насекомого..... | 14 |
| Вес паутиной нити..... | 15 |
| Движение и внутренние силы..... | 15 |
| Натяжение веревки..... | 16 |
| Провисающая веревка..... | 17 |
| Плотничный уровень в вагоне..... | 18 |
| Центр тяжести конуса..... | 19 |
| На наклонной плоскости..... | 19 |
| По воздуху и по льду..... | 20 |
| Трение как сила..... | 21 |
| На необитаемом острове..... | 22 |
| Направление отвеса..... | 23 |
| Куда бросить бутылку..... | 24 |
| Из вагона..... | 24 |
| Магдебургские полушария..... | 25 |
| Наибольшая скорость артиллерийского снаряда..... | 25 |
| Парадоксы притяжения..... | 26 |
| Расчеты силы притяжения..... | 27 |
| В падающей кабине..... | 28 |
| Флаги аэростата..... | 29 |
| Гребец на реке..... | 29 |
| Маятник Максвелла..... | 30 |
| Два цилиндра..... | 32 |

Свойства жидкостей

| | |
|--|----|
| Шарообразная форма жидкости..... | 34 |
| Волны прибора..... | 34 |
| Сжимаемость воды..... | 35 |
| Стрельба по воде..... | 36 |
| Электрическая лампочка в воде..... | 37 |
| Пластинка на дне сосуда с жидкостью..... | 37 |
| Водопроводный кран..... | 38 |
| Водяные вихри..... | 40 |

Свойства газов

| | |
|-------------------------------------|----|
| Подъем воды насосом..... | 42 |
| Пузырьки в воде..... | 42 |
| Почему облака не падают?..... | 43 |
| Пуля и мяч..... | 44 |
| Газ, не заполняющий резервуара..... | 45 |
| Тушение пожара кипятком..... | 45 |

| | |
|------------------------------------|----|
| Барометр, подвешенный к весам..... | 46 |
| Вес сухого и влажного воздуха..... | 47 |
| Вода в опрокинутом стакане..... | 48 |

Тепловые явления

| | |
|---|----|
| Сила теплового расширения..... | 50 |
| Как в городе Париже починили дом (быль)..... | 50 |
| Почему сверху атмосфера холоднее, чем внизу?..... | 52 |
| Происхождение шкалы Фаренгейта..... | 54 |
| Длина делений на шкале термометра..... | 55 |
| Замерзание рек..... | 56 |
| Вода на дне реки..... | 56 |
| Может ли лед тонуть в воде?..... | 57 |
| Мощность горящей спички..... | 58 |
| Скорость нагревания..... | 58 |
| Почему гвоздь не плавится на свечке?..... | 59 |
| Замерзание воды в трубах..... | 60 |
| Скользкость льда..... | 61 |

Звук и свет

| | |
|-----------------------------------|----|
| Звук грома..... | 62 |
| Звуковая линза..... | 63 |
| Видимость лучей света..... | 64 |
| Красный сигнал..... | 66 |
| Почему снег белый?..... | 67 |
| Температура Солнца..... | 68 |
| Сквозь цветные стекла..... | 70 |
| Шум в раковине..... | 71 |
| Почему дверь заглушает звук?..... | 71 |

Разные вопросы

| | |
|--|----|
| Движение Солнечной системы..... | 72 |
| Третий закон Кеплера..... | 73 |
| Человеческий организм и тепловая машина..... | 74 |
| Достигим ли абсолютный нуль?..... | 76 |
| Бутылка на дне океана..... | 78 |

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

Старое и новое о цифрах и нумерации

| | |
|------------------------------|----|
| Таинственные знаки..... | 80 |
| Арифметика за завтраком..... | 82 |
| Арифметические ребусы..... | 84 |

Немного истории

| | |
|-------------------------------|----|
| Трудное дело — деление..... | 86 |
| Из страны пирамид..... | 88 |
| Русский способ умножения..... | 90 |

Недесятичные системы счисления

| | |
|-----------------------------------|----|
| Загадочная автобиография..... | 92 |
| Простейшая система счисления..... | 94 |
| Необычная арифметика..... | 96 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| Чет или нечет? | 98 |
| Дроби без знаменателя | 100 |



Галерея числовых диковинок

| | |
|---------------------------|-----|
| Числовые пирамиды | 102 |
| Магические кольца | 104 |
| Феноменальная семья | 106 |

Фокусы без обмана

| | |
|--|-----|
| Искусство индусского царя | 108 |
| Не вскрывая конвертов | 110 |
| Угадать число спичек | 112 |
| Идеальный равновес | 114 |
| Предсказать сумму ненаписанных чисел | 116 |
| Предугадать результат | 118 |
| Любимая цифра | 120 |
| Угадать день рождения | 121 |



Быстрый счет и вечный календарь

| | |
|------------------------------------|-----|
| Сколько мне недель? | 122 |
| Сколько мне дней? | 123 |
| Сколько мне секунд? | 123 |
| Приемы ускоренного умножения | 124 |
| Какой день недели? | 126 |
| Календарь на часах | 128 |
| Календарные задачи | 129 |



Числовые великаны

| | |
|---|-----|
| Как велик миллион? | 130 |
| 1 000 000 | 130 |
| Миллион секунд | 132 |
| В миллион раз толще волоса | 133 |
| Названия числовых великанов | 134 |
| Миллиард | 135 |
| Биллион и триллион | 136 |
| Квадрильон | 137 |
| Кубическая миля и кубический километр | 138 |



Числовые лилипуты

| | |
|-------------------------------------|-----|
| От великанов к карликам | 140 |
| Лилипуты времени | 142 |
| Лилипуты пространства | 144 |
| Сверхисполиин и сверхилилипут | 146 |



Арифметические путешествия

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Ваше кругосветное путешествие | 148 |
| Ваше восхождение на Монблан | 150 |

ЗАДАЧИ И ГОЛОВОЛОМКИ

Головоломные размещения и перестановки

| | |
|------------------------|-----|
| В шесть рядов | 152 |
| В девяти клетках | 154 |
| Обмен монет | 154 |



| | |
|----------------------------|-----|
| Девять нулей | 155 |
| Тридцать шесть нулей | 155 |
| Две шашки | 156 |
| Мухи на занавеске | 156 |
| Дачное затруднение | 157 |
| Белки и кролики | 158 |
| Фруктовый сад | 159 |
| Три дороги | 160 |
| Проделки караульных | 161 |
| Десять замков | 162 |
| Восемь букв | 163 |
| Белая мышь | 163 |

Искусное разрезывание и сшивание

| | |
|-----------------------------|-----|
| Тремя прямыми линиями | 164 |
| На четыре части | 164 |
| Циферблат | 165 |
| Сделать круг | 165 |
| Лунный серп | 166 |
| Развернуть куб | 166 |
| Деление запятой | 167 |
| Составить квадрат | 167 |

Задачи с квадратами

| | |
|------------------------|-----|
| Пруд | 168 |
| Паркетчик | 168 |
| Другой паркетчик | 169 |
| Третий паркетчик | 169 |

Задачи о работе

| | |
|----------------------------|-----|
| Землекопы | 170 |
| Пильщики дров | 170 |
| Столяр и плотники | 171 |
| Пять обрывков цепи | 172 |
| Сколько машин? | 172 |
| Чистка картофеля | 173 |
| Двое рабочих | 173 |
| Почем лимоны? | 174 |
| Плащ, шляпа и калоши | 174 |
| Взвешивание муки | 175 |

Задачи о покупках и ценах

| | |
|----------------------------------|-----|
| Покупка фруктов | 176 |
| Подорожание и подешевление | 176 |
| Бочки | 177 |
| Продажа яиц | 177 |

Вес и взвешивание

| | |
|-------------------------|-----|
| Миллион изделий | 178 |
| Мед и керосин | 178 |
| Вес бревна | 178 |
| Под водой | 179 |
| Десятичные весы | 179 |
| Брусочек мыла | 180 |
| Кошки и котят | 180 |
| Раковина и бусины | 181 |

| | |
|------------------------|-----|
| Вес фруктов..... | 181 |
| Сколько стаканов?..... | 182 |
| Гирей и молотком..... | 182 |
| Задача Архимеда..... | 183 |

Задачи о часах

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Цифра шесть..... | 184 |
| Трое часов..... | 185 |
| Двое часов..... | 185 |
| Который час?..... | 186 |
| Когда стрелки встречаются?..... | 187 |
| Когда стрелки направлены врозь?..... | 188 |
| По обе стороны от шести..... | 189 |
| В котором часу?..... | 190 |
| Наоборот..... | 190 |
| Три и семь..... | 191 |
| Тиканье часов..... | 191 |

Задачи о транспорте

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Перелет..... | 192 |
| Два паровоза..... | 192 |
| Скорость поезда..... | 193 |
| Два поезда..... | 194 |
| Как поезд трогается с места?..... | 194 |
| Состязание..... | 195 |
| От Энска до Иксграда..... | 195 |

Неожиданные подсчеты

| | |
|-------------------------|-----|
| Стакан гороха..... | 196 |
| Вода и вино..... | 196 |
| Игральная кость..... | 197 |
| Сколько портретов?..... | 198 |
| На счетах..... | 199 |
| Листья дерева..... | 199 |
| Миллион шагов..... | 200 |
| Кубический метр..... | 200 |
| Кто больше..... | 201 |

Затруднительные положения

| | |
|---------------------------|-----|
| Учитель и ученик..... | 202 |
| Наследство..... | 203 |
| Переливание..... | 203 |
| Три разведчика..... | 204 |
| Квадратный метр..... | 204 |
| Стадо коров..... | 205 |
| Дележ яблок..... | 206 |
| Как поделить яблоки?..... | 206 |
| Сотня орехов..... | 207 |
| Как поделить?..... | 207 |
| В ожидании трамвая..... | 208 |
| Одна лодка на троих..... | 208 |
| Мужья и жены..... | 209 |

Одним росчерком

| | |
|---------------------|-----|
| Семь задач..... | 210 |
| Немного теории..... | 211 |

| | |
|---------------------------|-----|
| Еще семь задач..... | 212 |
| Что такое топология?..... | 213 |

Геометрические головоломки

| | |
|-------------------------------|-----|
| Число граней..... | 214 |
| Телега..... | 214 |
| Стаканы и ножи..... | 215 |
| Как это сделано?..... | 215 |
| Две кружки..... | 216 |
| Сколько стаканов?..... | 216 |
| Две кастрюли..... | 217 |
| Четыре куба..... | 217 |
| До половины..... | 218 |
| Что тяжелее?..... | 218 |
| Сколько прямоугольников?..... | 219 |
| Трехногий стол..... | 219 |
| Шахматная доска..... | 220 |
| Кирпичик..... | 220 |
| По экватору..... | 221 |
| Великан и карлик..... | 221 |
| В увеличительное стекло..... | 222 |
| Подобные фигуры..... | 222 |
| Высота башни..... | 223 |
| Сахар..... | 223 |
| Путешествие шмеля..... | 224 |
| Основание Карфагена..... | 225 |

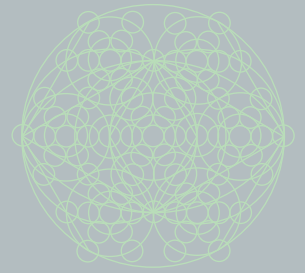
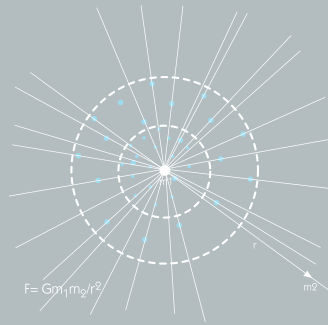
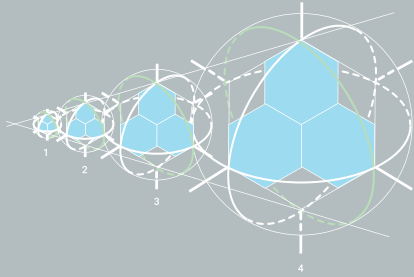
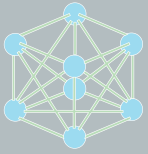
Задачи о спичках

| | |
|------------------------------------|-----|
| Из четырех квадратов три..... | 226 |
| Квадрат из спичек..... | 226 |
| Еще несколько спичечных задач..... | 227 |
| Задача № 1..... | 227 |
| Задача № 2..... | 227 |
| Задача № 3..... | 228 |
| Задача № 4..... | 228 |
| Задача № 5..... | 228 |
| Задача № 6..... | 229 |
| Задача № 7..... | 229 |
| Задача № 8..... | 229 |
| Задача № 9..... | 230 |
| Задача № 10..... | 230 |
| Задача № 11..... | 230 |
| Задача № 12..... | 230 |
| Задача № 13..... | 230 |
| Задача № 14..... | 231 |
| Задача № 15..... | 231 |
| Задача № 16..... | 231 |
| Задача № 17..... | 231 |

Фигуры-головоломки из семи кусочков

| | |
|---------------------------|-----|
| Удивительный квадрат..... | 232 |
| Фигурки из квадрата..... | 232 |
| Откуда взялась нога?..... | 235 |
| Ответы..... | 236 |

Основные физические формулы и величины.....238



Введение

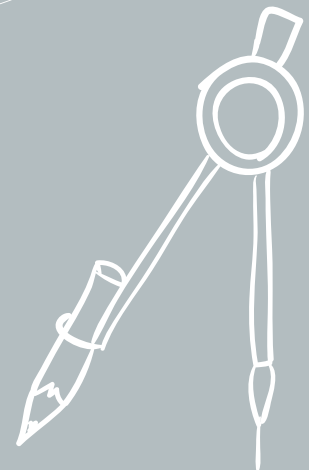
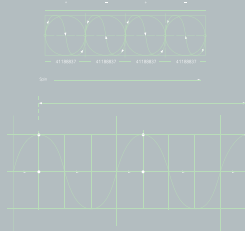
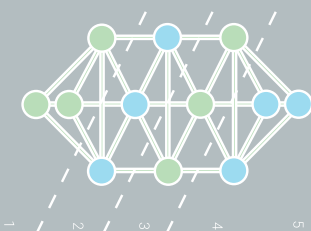
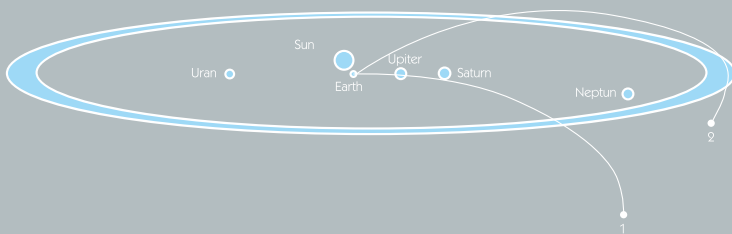
Есть книги, над которыми не властно время. Проходят годы, десятилетия, а они остаются неизменно интересными и увлекательными для читателя. К таким книгам, без сомнения, можно отнести труды замечательного педагога Якова Исидоровича Перельмана.

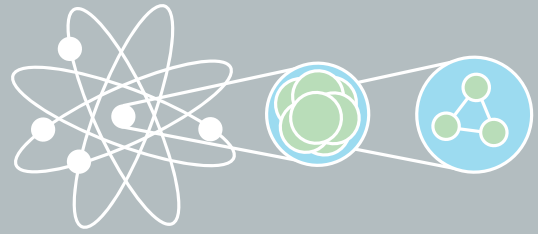
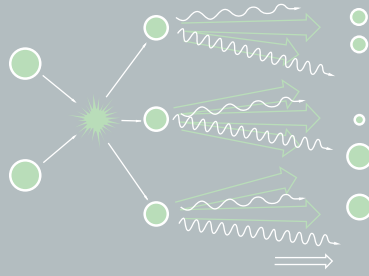
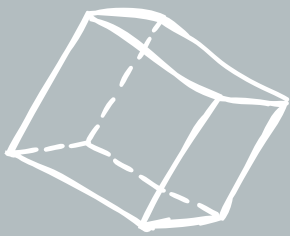
В далеком 1913 г. на прилавках книжных магазинов появилась его первая книга «Занимательная физика». Это издание быстро завоевало сердца читателей, в особенности молодежи, которая нашла в нем ответы на многие интересовавшие вопросы. «Занимательная физика» не просто отличалась интересным стилем изложения, но была наполнена большим количеством познавательного материала.

После «Занимательной физики» Я. И. Перельман написал другие книги, которые показали автора



Яков Исидорович Перельман





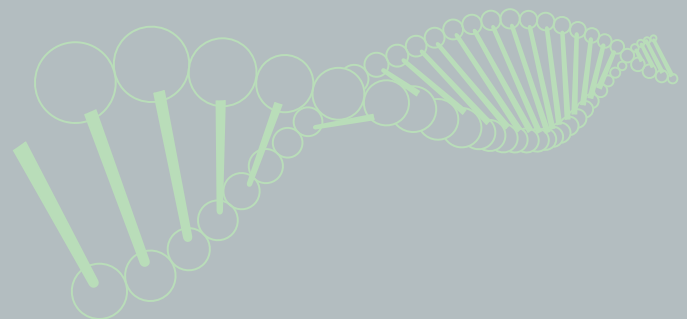
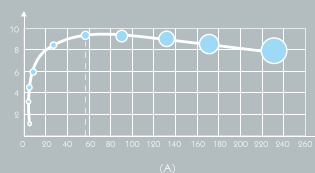
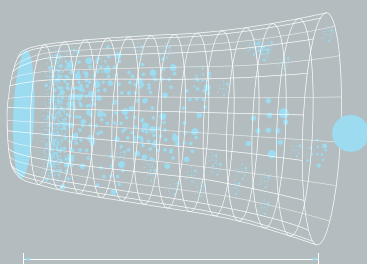
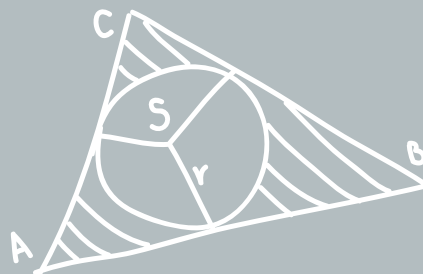
прекрасным популяризатором науки. Самые известные труды ученого — «Занимательная арифметика», «Занимательная механика», «Занимательная геометрия», «Занимательная астрономия», «Живая математика», «Физика на каждом шагу», «Фокусы и развлечения» и др. Эти книги в своей домашней библиотеке считал должным иметь каждый грамотный человек.

Яков Перельман обладал удивительным талантом: самые сложные закономерности он умел передать через простые и понятные примеры, найти практическое применение абстрактным понятиям, превратить сухой язык науки в живое, образное и доступное повествование, от которого просто невозможно оторваться! По образованию лесовод, он умел видеть то, что доступно далеко не каждому профессору: парадоксальное, необычное, интересное для неподготовленного человека. Искреннее увлечение

предметом — один (но не единственный) секрет успеха книг Якова Исидоровича. Он умел удивить читателя, завладеть вниманием аудитории, без сомнения, обладал писательским талантом.

Многие поколения читателей с интересом знакомились с увлекательными трудами Я. И. Перельмана. Сегодня такая возможность есть у каждого, кто держит в руках эту книгу. В сборник, дополненный иллюстрациями и схематическими рисунками, вошли материалы из разных книг Я. И. Перельмана, автором или составителем которых он был. Здесь вы найдете немало интересных опытов и задач из области физики, математики, геометрии и другие научные развлечения, которыми можно заняться в свободное время.

В тексте произведены необходимые сокращения и сделаны редакционные поправки.



Круги на воде



Камень, брошенный в стоячую воду, порождает волны, расходящиеся кругами. Какой формы получаются волны от камня, брошенного в текущую воду реки?

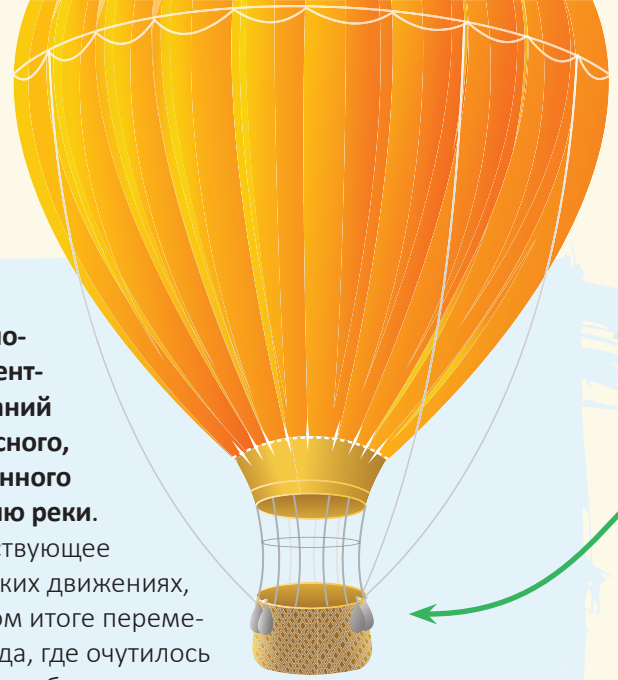
Если не найти сразу правильного подхода к этой задаче, то легко запутаться в рассуждениях и прийти к выводу, что в текущей воде волны должны вытянуться в форме не то эллипса, не то овала, притупленного навстречу течению. Между тем, внимательно наблюдая за волнами, расходящимися от брошенного в реку камня, мы не заметим никакого отступления от круговой формы, как бы быстро ни было течение.

Здесь нет ничего неожиданного. Простое рассуждение приведет нас к выводу, что **волны от брошенного камня должны быть круговые и в стоячей, и в текущей воде**. Будем рассматривать движение частиц волнующейся воды как составное из двух движений:

радиально-го — от центра колебаний и переносного, направленного по течению реки.

Тело, участвующее в нескольких движениях, в конечном итоге перемещается туда, где очутилось бы оно, если бы совершало все составляющие движения последовательно, одно за другим. Поэтому допустим сначала, что камень брошен в **неподвижную воду**. В таком случае волны, конечно, получатся **круговые**.

Представим себе теперь, что вода передвигается, — безразлично, с какой скоростью, равномерно или неравномерно, лишь бы **движение это было поступательное**. Что произойдет с круговыми волнами? Они передвинутся **параллельным перемещением**, не претерпевая никакого искажения формы, то есть останутся **круговыми**.



На воздушном шаре



С воздушного шара, неподвижно держащегося в воздухе, свободно свешивается лестница. По ней начал взбираться человек. Куда при этом подвинется шар: вверх или вниз?

Шар в покое не останется. Пока человек взбирается по лестнице, аэростат будет опускаться. Здесь происходит то же, что наблюдается, когда вы ходите по приставшей к берегу легкой лодке, чтобы выбраться на сушу: лодка отступает под вашими ногами назад. Точно так же и лестница, отталкиваемая вниз ногами взбирающегося по ней человека, будет **увлекать аэростат к земле.**

Что касается величины перемещения шара, то оно во столько же раз меньше поднятия человека, во сколько раз масса шара больше массы человека.

Прыжки в воду



В чем главная причина того, что прыжки в воду с большой высоты опасны для здоровья?

Опасность прыжка в воду со значительной высоты состоит главным образом в том, что **накопленная при падении скорость сводится к нулю на**

слишком коротком пути. Если, например, пловец прыгает с высоты 10 м и погружается в воду на глубину 1 м, то скорость, накопленная на пути 10 м свободного падения, уничтожается на участке в 1 м. Отрицательное ускорение при погружении в воду должно быть в 10 раз больше ускорения свободно падающего тела. **Поэтому при погружении в воду пловец испытывает давление снизу, в данном случае вдесятеро превосходящее обычное давление, порождаемое весом.** Иными словами, тело пловца становится словно в 10 раз тяжелее и вместо 70 кг весит 700 кг. Такой непомерный груз, действуя даже короткое время (пока длится погружение), может вызвать в организме серьезные расстройства.



Отклонение пламени свечи



- 1) Перенося в комнате с места на место горящую свечу, мы замечаем, что пламя в начале движения отклоняется назад. Куда отклонится оно, если переносить свечу в закрытом фонаре?
- 2) Куда отклонится пламя свечи в фонаре, если равномерно кружить фонарь около себя вытянутой рукой?



1) Думающие, что пламя свечи, переносимой в закрытом фонаре, вовсе не будет отклоняться при движении фонаря, ошибаются. Причина отклонения вперед в том, что **пламя** обладает **меньшей плотностью**, чем окружающий его воздух. Одна и та же сила телу с меньшей массой сообщает большую скорость, чем телу с большей массой. **Поэтому пламя, двигаясь быстрее воздуха в фонаре, отклоняется вперед.**

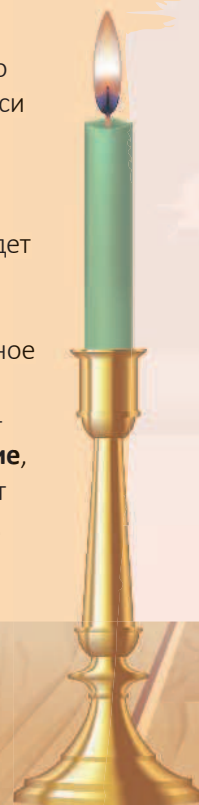
2) Та же причина — меньшая плотность пламени, нежели окружающего воздуха, — объясняет и неожиданное поведение пламени **при круговом движении** фонаря: **оно отклоняется внутрь**, а не наружу, как можно было, пожалуй, ожидать. Более легкое, чем окружающий воздух, пламя при круговом движении фонаря всплывает в воздухе вверх, то есть по направлению к оси вращения.

Чаинки в воде



Помешав ложечкой в чашке чая, выньте ее: чаинки на дне, разбежавшиеся к краям, соберутся к середине. Почему?

Причина, заставляющая **чаинки собираться к центру дна чашки, кроется в том, что вращение нижних слоев воды тормозится трением о дно чашки**. Действие центробежного эффекта, удаляющего частицы жидкости от оси вращения, оказывается поэтому для верхних слоев значительнее, чем для нижних. Вверху к стенкам чашки приливает **от оси больше воды**, чем внизу, и, следовательно, внизу будет скапливаться у оси больше воды, чем вверху. Легко увидеть, что в итоге должно в чашке получиться **вихревое движение**, направленное в верхних слоях от середины к краям чашки, а в нижнем слое — от краев к середине. Следовательно, у дна будет существовать **течение**, направленное к оси чашки: оно-то и увлекает чаинки от краев чашки и поднимает их затем на некоторую высоту по ее оси.



Падение тела

На сколько приблизительно успеет опуститься первоначально неподвижное свободно падающее тело, пока звучит одно «тик-так» карманных часов?

«Тик-так» карманных часов длится не 1 с, как часто думают, а только 0,4 с. Поэтому путь **S**, **проходимый падающим телом в этот промежуток времени, равен**

$$S = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 0,4^2}{2} = 0,784 \text{ м,}$$

то есть около 80 см.



Муха в банке

На внутренней стенке закрытой банки, уравновешенной на чувствительных весах, сидит муха. Что произойдет с весами, если, покинув свое место, муха станет летать внутри банки?

Несмотря на то что этот вопрос решался полдюжиной инженеров, использующих множество формул, разобраться в задаче можно, однако, и не обращаясь к уравнениям. Покинув стенку банки и держась в воздухе на неизменном уровне, муха давит крылышками на воздух с силой, равной **весу насекомого**; давление это передается дну банки. Следовательно, весы должны оставаться в том же положении, в каком были, когда муха сидела на стенке.

Так будет до тех пор, пока муха держится на одном уровне. Если же, летая в банке, муха поднимается вверх или опускается вниз, то в момент изменения движения она, **двигаясь с ускорением, находится под действием силы**. Когда муха начинает подниматься, приложенная к ней сила направлена вверх, сила же противодействия, приложенная к воздуху в банке, направлена вниз. Передаваясь банке, она увлекает чашку вниз. При полете мухи вниз чашка в силу подобной же причины должна облегчаться.

Итак, **при полете мухи вверх чашка опустится, а полет вниз вызовет подъем чашки**.



Затяжной прыжок с парашютом



Я получил ряд писем с выражением недоумения по поводу затяжного прыжка мастера парашютного спорта Евдокимова, поставившего мировой рекорд в 1934 г. Евдокимов падал с нераскрытым парашютом в течение 142 с и, лишь пролетев 7900 м, дернул за его кольцо. Это никак не согласуется с законами свободного падения тел. Легко убедиться, что если парашютист свободно падал на пути 7900 м, то должен был затратить не 142 с, а только 40 с. Если же он свободно падал 142 с, то должен был пролететь путь не 7,9 км, а около 100 км. Как разрешается это противоречие?

Противоречие объясняется тем, что падение с нераскрытым парашютом ошибочно принято было за свободное, не замедляемое сопротивлением воздуха. Между тем оно существенно отличается от падения в несопротивляющейся среде.

Попробуем установить, хотя бы приблизительно, подлинную картину падения при затяжном прыжке. Будем пользоваться для расчетов следующей найденной из опыта приближенной формулой для величины f сопротивления воздуха при рассматриваемых условиях*:

$$f = 0,03v^2 \text{ кг,}$$

где v — скорость падения в метрах в секунду. Сопротивление, как видим, пропорционально квадрату скорости (при больших скоростях); а так как **парашютист падает с возрастающей скоростью, то наступает момент, когда сила сопротивления делается равной массе тела**. С этого момента **скорость падения расти больше не будет**; падение из ускоренного становится равномерным. Для парашютиста это наступает тогда, когда его масса (вместе с парашютом) делается равной $0,03v^2$; принимая массу снаряженного парашютиста в 90 кг, имеем уравнение

$$0,03v^2 = 90,$$

откуда $v = 55 \text{ м/с.}$



*В отдельных случаях в данном издании сила условно измеряется в килограммах. В системе СИ единицей измерения силы является ньютон. Однако из второго закона Ньютона, в честь коего и была названа единица силы, следует, что сила — произведение массы на ускорение и, соответственно, сила, деленная на ускорение, — это масса. Если в качестве ускорения взять ускорение свободного падения, то сила, деленная на ускорение свободного падения, — некая удельная сила — это масса, которая измеряется в килограммах.

Итак, **парашютист падает ускоренно лишь до тех пор, пока не накопит скорость 55 м/с.** Это наибольшая скорость, с которой он опускается, в дальнейшем скорость уже не возрастает. Определим (опять приблизительно), сколько секунд употребил парашютист для достижения этой максимальной скорости. Примем во внимание, что в самом начале падения, **пока скорость мала, сопротивление воздуха ничтожно, и тело падает как свободное, то есть с ускорением 9,8 м/с².** К концу же интервала ускоренного движения, когда устанавливается равномерное падение, ускорение равно нулю. Для нашего приближенного расчета можно допустить, что ускорение в среднем равнялось

$$\frac{9,8 + 0}{2} = 4,9 \text{ м/с}^2.$$

Если принять таким образом, что секундная скорость нарастала на 4,9 м в секунду, то она достигает величины 55 м по истечении $55 : 4,9 = 11$ с.

Путь **S**, проходимый телом в 11 с такого ускоренного движения, равен

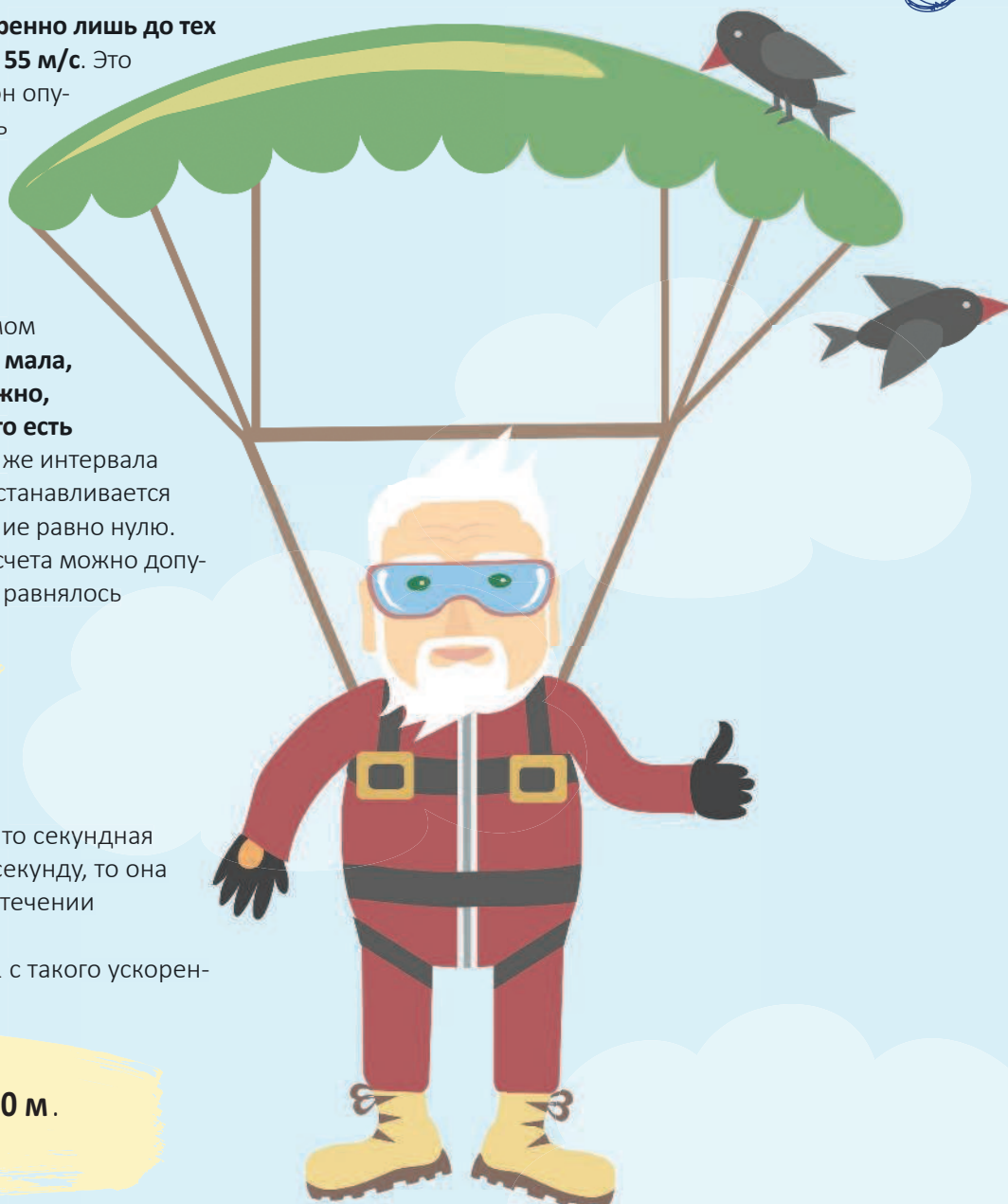
$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{4,9 \cdot 11^2}{2} \approx 300 \text{ м.}$$

Теперь выясняется подлинная картина падения Евдокимова. **Первые 11 с он падал с постепенно уменьшающимся ускорением,** пока не достиг скорости 55 м/с, приблизительно на 300-м метре пути. **Остальной путь** затычного прыжка он проходил **равномерным движением со скоростью 55 м/с.** Равномерное движение, согласно нашему приближенному расчету, длилось

$$\frac{7900 - 300}{55} = 138 \text{ с,}$$

а весь затычный прыжок

$$11 + 138 = 149 \text{ с,}$$



что мало отличается от действительной продолжительности (142 с).

Сделанный нами элементарный расчет надо рассматривать лишь как первое приближение к действительности, так как он основан на ряде упрощающих допущений.

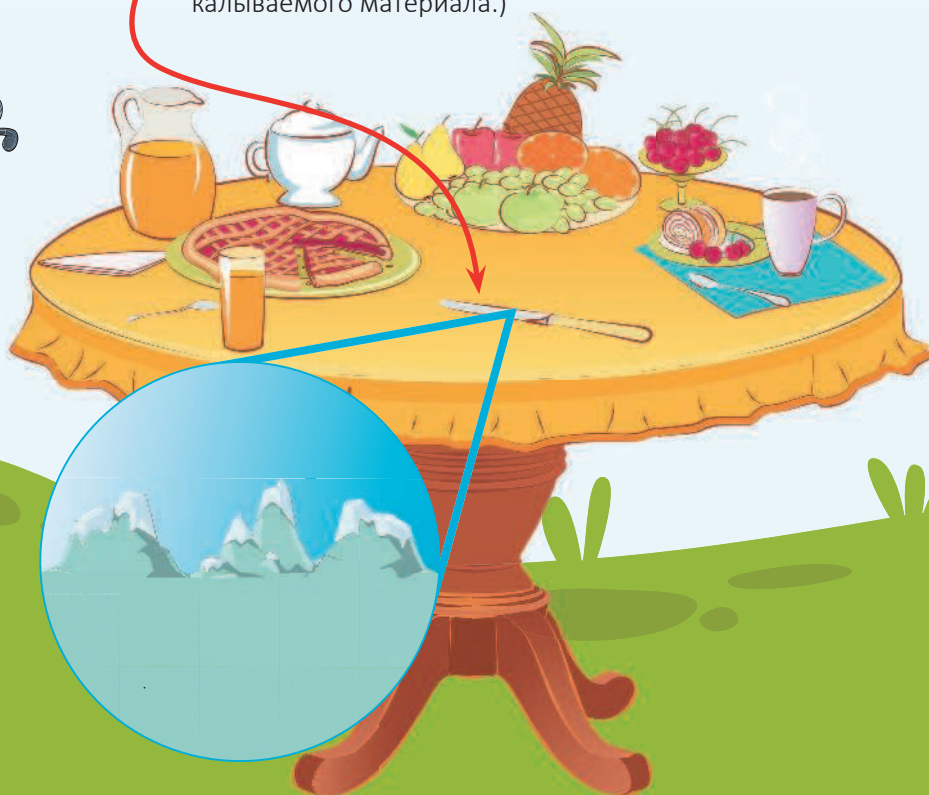
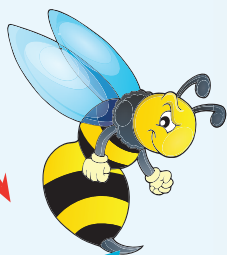
Приведем для сравнения данные, полученные путем опыта: при весе снаряженного парашютиста 82 кг максимальная скорость устанавливается на 12-й секунде, когда парашют опускается на 425–460 м.

Сто тысяч атмосфер силой насекомого



Может ли насекомое производить давление в 100 000 ат?

Сила насекомых так мала по абсолютной величине, что возможность для них производить давление в 100 000 ат представляется невероятной. Между тем существуют насекомые, способные производить даже еще большие давления. Оса вонзает жало в тело жертвы с силой всего 1 мг или около того. Но **острота осинового жала превосходит все, что может быть достигнуто средствами нашей изощренной техники**; даже микрохирургические инструменты гораздо тупее осинового жала. **Микроскоп при самом сильном увеличении не обнаруживает на острие осинового жала никакого уплотнения.** Взглянув же в «сверхмикроскоп» на кончик иглы, мы увидели бы подобие горной вершины. **Лезвие ножа, если бы на него взглянуть в такой микроскоп, похоже было бы скорее на пилу или, если угодно, на горную цепь.**



Жало осы, пожалуй, самая острая вещь в природе: радиус закругления ее острия не превышает 0,000 01 мм, в то время как у хорошо отточенной бритвы он не менее 0,000 1 мм и достигает 0,001 мм.

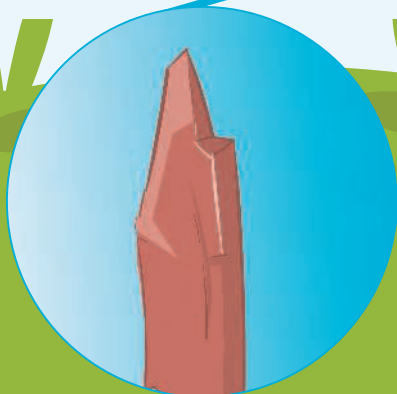
Вычислим площадь, по которой распределяется сила осы в 0,001 г, то есть площадь кружка радиусом $r = 0,000\ 01$ мм. Принимая ради простоты $\pi = 3$, имеем, что площадь S этого кружка в квадратных сантиметрах:

$$S = \pi r^2 = 3 \cdot 0,000\ 001^2 = 0,000\ 000\ 003\ \text{см}^2.$$

Сила F , действующая на эту площадь в первый момент прокалывания, равна 0,001 г = 0,000 001 кг. Давление P получается равным

$$P = \frac{F}{S} = \frac{0,000\ 001}{0,000\ 000\ 000\ 003} = 330\ 000\ \text{ат}.$$

(Возможно, впрочем, что в действительности дело обстоит иначе: прокалываемый материал уступает раньше, чем давление достигнет такой чудовищной степени. Это значит, что осе не приходится развивать силу в 1 мг, — она прилагает к жалу гораздо меньшее усилие, в зависимости от прочности прокалываемого материала.)



Вес паутиной нити



Сколько примерно должна была бы весить паутиная нить длиной от Земли до Луны? Можно ли такой груз удержать в руках? А увезти на телеге? Нить паутины имеет в диаметре 200-ю долю миллиметра; плотность ее вещества около 1.

Не сделав расчета, трудно дать правдоподобный ответ на этот вопрос. Расчет несложен: при диаметре паутиной нити

$d = 0,000\ 5\text{ см}$ и плотности $\rho = 1\text{ г/см}^3$ километр ($l = 100\ 000\text{ см}$) ее должен весить

$$m = \rho l \pi \frac{d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,000\ 5^2}{4} \cdot 100\ 000 \approx 0,02\text{ г,}$$

а нить в 400 000 км (округленное расстояние от Земли до Луны) — $0,02 \cdot 400\ 000 = 8\text{ кг}$. Такой груз можно удержать в руках.



Движение и внутренние силы



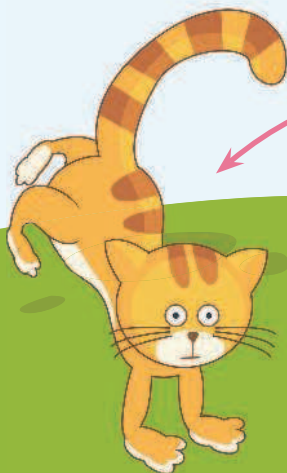
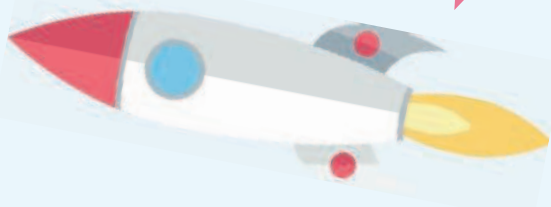
Может ли тело прийти в движение под действием одних только внутренних сил?

Распространено убеждение, что одними внутренними силами тело не может привести себя в движение. Это не более как предрассудок. **Достаточно указать на ракету, которая движется исключительно внутренними силами.** Все, что связано с применением ракет, имеет в своей основе эту неправильно отвергаемую возможность.

Верно лишь то, что **вся масса тела не может быть приведена внутренними силами в одинаковое движение.** Но силы эти вполне могут сообщить части тела одно движение, например вперед, а остальной части — противоположное, назад. Такой случай мы имеем в движении ракеты.

Другой наглядный пример представляет кошка, которая, как известно, при падении всегда приземляется на лапы. Поворотом лап в одну сторону кошка достигает поворота туловища в противоположную. Производя ряд целесообразных поворотов лап, то вытянутых, то прижатых к телу (то есть пользуясь одновременно и «законом площадей»), **кошка выполняет нужный поворот туловища действием одних лишь внутренних сил.**

Причина недоразумений, связанных с действием внутренних сил, та, что невозможность перемещения тела внутренними его силами неправильно провозглашена во многих книгах в качестве некоего закона механики. Такого закона нет. Это лишь неудачная популяризация закона, гласящего, что **внутренние силы не могут изменить движение центра массы тела.**



Натяжение веревки



Следующая задача взята из учебника механики А. В. Цингера: «Чтобы разорвать веревку, человек тянет ее руками за концы в разные стороны, причем каждая рука тянет с силой 10 кг. Не разорвав таким образом веревки, человек привязывает один ее конец к гвоздю, вбитому в стену, а за другой тянет обеими руками с силой в 20 кг. Сильнее ли натягивается веревка во втором случае?»

Может казаться, что натяжение веревки получится одинаковое, будем ли мы растягивать ее с силой 10 кг за каждый конец или же тянуть с силой 20 кг за один конец, прикрепив другой к стене. В первом случае две силы в 10 кг, приложенные к концам веревки, дают растягивающее усилие в 20 кг; во втором случае то же натяжение порождается силой в 20 кг, приложенной к незакрепленному концу.

Это грубое заблуждение. Натяжение веревки в рассматриваемых случаях вовсе не одинаково. В первом случае веревка **растягивается двумя силами по 10 кг, приложенными к ее концам**, во втором — **двумя силами по 20 кг, также прило-**

женными к концам, потому что сила рук вызывает равную противодействующую силу со стороны стены. Следовательно, натяжение веревки во втором случае вдвое больше, чем в первом.

Легко впасть в новую ошибку, определяя величину натяжения веревки. Вообразим, что растягиваемая веревка разрезана и освобожденные концы ее привязаны к пружинному безмену — один к кольцу, другой — к крючку. Сколько покажет в каждом случае безмен? Не следует думать, что в первом случае показание безмена будет 20 кг, а во втором 40 кг. Две противоположные силы по 10 кг, приложенные к концам веревки, дают растяжение не в 20 кг, а всего в 10 кг. Что такое две силы по 10 кг, растягивающие веревку в противоположные стороны? Не что иное, как то, что мы называем силой в 10 кг. Других сил в 10 кг не бывает: **всякая сила имеет как бы два конца**. Если и кажется иной раз, что перед нами сила одинарная, а не парная, то происходит это лишь потому, что другой «конец» наблюдаемой силы находится весьма далеко и ускользает от нашего внимания. Когда, например, тело падает, на него действует сила притяжения Земли: это один «конец» силы; другой — притяжение телом Земли — приложен в центре земного шара.

Итак, **веревка, которую тянут в разные стороны силами в 10 кг, растягивается силой в 10 кг, а натягиваемая в одну сторону силой в 20 кг (и в обратную сторону — такой же силой противодействия) подвержена натяжению в 20 кг.**



Провисающая веревка



С какой силой надо тягивать веревку, чтобы она не провисала?

Как бы сильно веревка ни была натянута, она неизбежно провисает. Сила тяжести, вызывающая провисание, направлена отвесно, натяжение же веревки не имеет вертикального направления. **Такие две силы ни при каких условиях не могут уравновеситься**, то есть их равнодействующая не может равняться нулю. Эта-то равнодействующая и вызывает провисание веревки.

Никаким усилием, как бы велико оно ни было, **нельзя натянуть веревку строго прямолинейно** (кроме случая, когда она направлена отвесно). Провисание неизбежно; можно уменьшить его величину до желаемой степени, но нельзя свести его к нулю. Итак, **всякая неотвесно натянутая веревка, всякий передаточный ремень должны провисать**.

По той же причине невозможно, между прочим, натянуть и гамак так, чтобы веревки его были горизонтальны. Туго натянутая проволоочная сетка кровати прогибается под грузом лежащего на ней человека. Гамак же, натяжение веревок которого гораздо слабее, при лежании на нем человека превращается в свешивающийся мешок.

Словарик

Безмен — ручные рычажные или пружинные весы, действующие без помощи гирь.

