

Стивен У. Мойе



ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ  
С БУМАГОЙ

АСТ  
Астрель

Стивен У. Мойе

# **Занимательные опыты с бумагой**

Москва  
АСТ • Астрель

УДК 087.5  
ББК 74.90  
М74

Настоящее издание представляет собой перевод оригинального английского издания «100 Science Experiments with paper», опубликованного в 1998 г. издательством Sterling Publishing Company Inc.

Публикуется с разрешения STERLING PUBLISHING CO., INC. (США) и Агентства Александра Корженевского (Россия)

*Перевод с английского*

**Мойе, С. У.**

**М74** Занимательные опыты с бумагой : пер. с англ. / Стивен У. Мойе. — М.: АСТ: Астрель, 2007. — 127, [1] с.: ил.

ISBN 978-5-17-042309-5 (ООО «Издательство АСТ»)

ISBN 978-5-271-15884-1 (ООО «Издательство Астрель»)

ISBN 0-8069-6391-3 (англ.)

**УДК 087.5  
ББК 74.90**

ISBN 978-5-17-042309-5 (ООО «Издательство АСТ»)

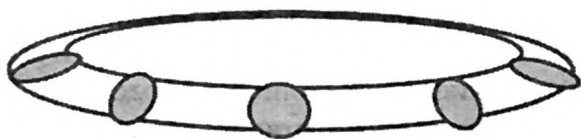
ISBN 978-5-271-15884-1 (ООО «Издательство Астрель»)

ISBN 0-8069-6391-3 (англ.)

ISBN 978-985-16-3010-9 (ООО «Харвест»)



© 1998 by Steven W. Moje  
© ООО «Издательство Астрель», 2006



## Предисловие

---

Бумага — наиболее простой в обработке, доступный и недорогой из всех материалов, известных человечеству. Хотя бумагу обычно используют для письма и упаковки, она прекрасно подходит и для проведения научных опытов. Люди используют бумагу или похожие на нее материалы в течение тысячелетий. Английское слово *paper* (бумага) происходит от слова *papyrus* (папирус) — названия растения, из которого древние египтяне производили материал, похожий на бумагу, и писали на нем. В наши дни бумагу, как правило, делают из дерева. Чтобы изготовить бумагу, измельченное древесное волокно смешивают с большим количеством воды. Затем добавляют некоторые вещества, такие как клей и глина, и эту водную смесь пропускают через проволочное сито. Бумажная масса, оставшаяся в сите, сушится, выравнивается и нарезается, в зависимости от типа бумаги, по толщине и размеру.

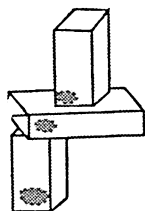
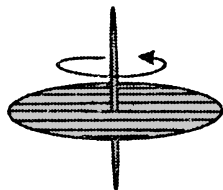
В этой книге вы узнаете, как провести 100 увлекательных научных опытов с бумагой. Все опыты распределены по нескольким категориям: бумага и воздух, опыты на равновесие, химические опы-

ты, опыты с электричеством и магнетизмом, предметы, умеющие летать, опыты с нагревом, со светом, с движением и инерцией, шумелки и сопелки, топологические опыты, опыты с водой и другие.

Все описанные в книге опыты легкодоступны детям, но могут доставить удовольствие и взрослым. Они забавны, легки и безопасны. Необходимые для их проведения инструменты и материалы найдутся в каждом доме. Учителя, родители и дети с удовольствием откроют для себя разнообразное использование бумаги для занимательных опытов и знакомства с наукой дома и в школе.

# Содержание

Типы бумаги	9	
Помимо бумаги	10	
Инструменты и оборудование	12	
Опыты с воздухом		
Бумажный веер	13	
Веер из бумажной тарелки	14	
Соревнование листа бумаги с бумажным шариком	15	
Падение почтовой открытки	16	
Соревнование листа бумаги с книжкой или с монетой	17	
Аэродинамическое крыло (профиль крыла, крыло)	18	
«Взлет» бумажной полоски	19	
Прогиб бумажного мостика	20	
Шарик для пинг-понга застревает в воронке	21	
Почтовая открытка прилипает к катушке от ниток	22	
Бумажный шарик и пластиковая бутылка	23	
Сухая бумага в стакане, опущенном в воду	24	
Перевернутый стакан с водой бросает вызов закону притяжения	25	
Газета приклеивает линейку к столу	26	
Флюгер	27	
Опыты на равновесие		
Бумажный мостик	29	
Бумажная башня	30	
Бумажные блоки	31	
Уравновешивание блоков	32	
Равновесие веселых рожиц мамочки и ребенка	33	
Балансирующие птицы	34	



П-образный бумажный балансир	35
Карандаш и балансир из бумажных шариков	36
Скрепка и балансир из двух бумажных шариков	37
Балансирующие газетные рулоны	38
Человечек, ныряющий с вышки	39
Волчок из зубочистки	40
Ванька-встанька из картонной трубки	41

### Химические опыты

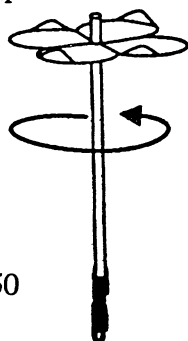
Мыльная лодочка	42
Пожелтение бумаги	43
Невидимые чернила	44

### Опыты с электричеством и магнетизмом

Статическое прилипание куколки из папиросной бумаги	45
Магнитная бумага	46

### Предметы, умеющие летать

Летающая вращающаяся тарелка	47
Самолет	48
Вертолет из почтовой открытки	49
Вертолет из открытки и соломинки	50
Вертолет из бумажной тарелки	52
Воздушный змей из тарелки	53
Ручная ракета, сделанная на кончике пальца	54



### Опыты с нагревом

Вращающаяся спиральная змея	55
Бумажная изоляция стакана	56
Черная и белая бумага на солнышке	57

### Опыты со светом

Дырочка от булавки улучшает зрение	58
Превращение прямых линий в окружности	59
Превращение черных кривых линий в цветные	61
Черно-белые линии, окрашивающие вращающийся диск	62
Разноцветное колесо	63

## Опыты с движением и инерцией

- Звездный обруч катится 65  
Трюк с падающей бумагой 66  
Падение монеты в стакан 67  
Устойчивый ластик на полоске бумаги 68  
Пропеллер 69  
Вертушка на палочке 70  
Вращение шариков с помощью  
картонной трубки 71  
«Бумеранг» из коробки от чипсов 72

68

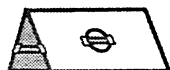


## Шумелки и сопелки

- Скомканная бумага 73  
Хлопушка из бумажного пакета 74  
Взрыв пакета из-под сока 75  
Жужжащие листы бумаги 76  
Скрипучий свисток 77  
Барaban из картонной коробки 78  
Картонная музыкальная игрушка 79  
Сюрприз шлепающей шайбы 80

Бумажная хлопушка 81

Бумажная трещотка 82



Духовой музыкальный инструмент из расчески 84

Арфа из резиновых колец и бумажной тарелки 85

Бумажная вертящаяся жужжалка 86

Бумажный ревун 87

«Палки» в велосипедные колеса 88

Телефон из бумажных стаканов 89

Бумажный пакет усиливает звуки насекомых 90

## Топологические опыты

Бумажные шарики 91

Конфетти 92

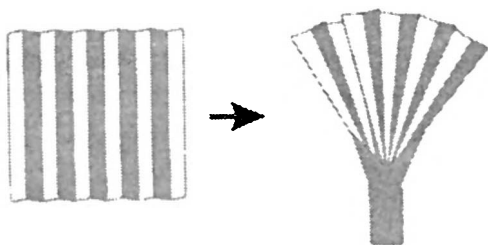
Сгибание бумаги 93

Вырезать квадрат 94

Найти центр 95



Проталкивание монеты через дырочку в листе бумаги	96
Шнурок и ловушка для пуговиц	98
Трюк с банкнотой и скрепками	100
Невероятно расширяющаяся зигзагообразная петля	102
Лист Мёбиуса	104
<b>Опыты с водой</b>	
Бумажный стакан	106
Бумага в воде	107
Бумажное полотенце сохнет на солнышке	108
Мокрое бумажное полотенце остывает от вращения	109
Горы и деревья из папье-маше	111
Бумажная фильтрующая воронка	112
Бумажный лист для мыльных пузырьков	113
Водяные капли на бумаге	114
Капиллярное действие бумажного полотенца и туалетной бумаги	115
Капиллярная перекачивающая трубка из бумажного полотенца	116
Капиллярное впитывание окрашенной воды: неожиданное изменение цвета	118
Зигзагообразная полоса из газетной бумаги в воде	119
Хроматография с кофейным фильтром	120
Распускающиеся водяные цветы	121
Инкубатор для семян	122
<b>Другие опыты</b>	
Разрыв газеты	123
Разрезание фруктов бумагой	124
Воронка для песка	125
Указатель	126



## ТИПЫ БУМАГИ

---

Существует несколько типов бумаги, различающихся по размеру и плотности. По размеру бумага бывает очень разной: от маленьких блокнотных листиков до огромных чертежных листов, газет и оберточной бумаги в рулоне. Приобрести бумагу разных размеров можно в супермаркетах и канцелярских магазинах.

По плотности и толщине бумага также бывает очень разной. Чем толще бумага, тем она крепче. Легкая и тонкая бумага, так называемая «папиросная», годится для тех работ, где важную роль имеет малый вес бумаги, например при создании воздушного змея или модели самолета. Бумага среднего веса или средней плотности (писчая бумага, бумага для записок, бумага для принтеров, тетрадная бумага) довольно крепкая и не слишком тяжелая. Ее можно использовать при проведении многих опытов из этой книги. Тяжелая и плотная бумага (например, почтовая открытка или картон) нужна для создания таких предметов, которые должны быть крепкими и устойчивыми, например бумажные башни или балансирующие модели.

Для проведения опытов, описанных в этой книге, нужны следующие типы бумаги.

- Банкнота
- Бумага для заметок
- Бумага для принтеров
- Бумага для рисования или поделок
- Бумажная тарелка
- Бумажное полотенце
- Бумажный стакан
- Вощеная бумага (калька)
- Газета
- Гофрированная бумага
- Калька
- Картон (коробки для упаковки, для обуви, и т.п.)
- Картонные цилиндрические коробки для различных продуктов (например, чипсов)
- Кофейные фильтры
- Лист писчей бумаги (тетрадный лист)
- Оберточная бумага (крафт)
- Папиросная бумага
- Папка (скоросшиватель)
- Почтовая открытка (большая и маленькая)
- Туалетная бумага



## ПОМИМО БУМАГИ

---

Все остальное, что используется в опытах:

- Булавка
- Веревка, шнурок, тесемка
- Вешалка
- Вода и лед

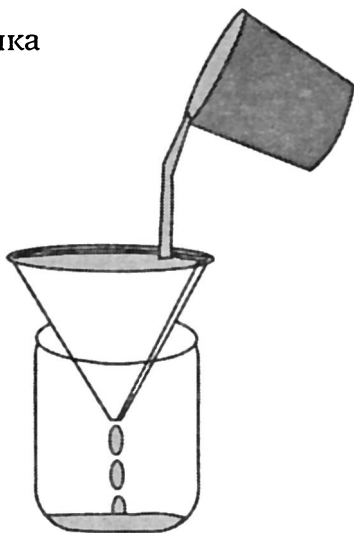
- Жидкость для мытья посуды
- Зубочистка
- Камушки
- Канцелярский клей
- Катушка от ниток
- Кисточка для рисования
- Крахмал
- Металлическая шайба, болт, гайка, гвоздь
- Миска
- Монеты
- Мыло
- Мягкая проволока
- Насекомые (ползающие и летающие)
- Пакет от сока или молока
- Палочки для мороженого
- Песок, сахар, соль, рис или другие мелко гранулированные вещества
- Пищевые красители
- Пластиковая бутылка
- Пластиковая оберточная пленка
- Прямоугольный ластик
- Пуговицы
- Расческа
- Резиновые кольца
- Семена
- Скрепки (большие и маленькие)
- Сок лимона или апельсина
- Соломинки для коктейля
- Тарелки (пластиковые, алюминиевые и пенопластовые)
- Фрукты (мягкие)
- Шарик для пинг-понга
- Шерстяная ткань

# ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

---

Инструменты и оборудование, используемые в этих опытах.

- Банка с крышкой
- Карандаш
- Книги
- Лампа
- Линейка
- Магнит (купленный для опыта или магнит для холодильника)
- Маркеры (водяные и обычные)
- Ножницы
- Пластиковая воронка
- Пластиковая миска
- Пластиковый или стеклянный стакан
- Скотч (липкая лента)
- Тостер
- Циркуль
- Шариковая ручка



# ОПЫТЫ С ВОЗДУХОМ

## БУМАЖНЫЙ ВЕЕР

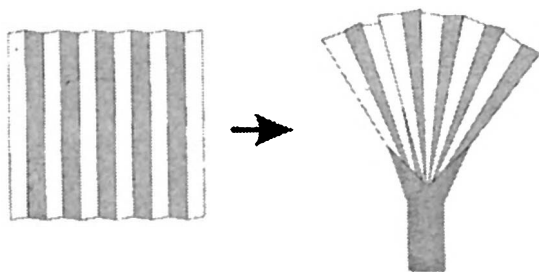
---

Вам понадобятся. Тетрадный лист, скотч.

**Нужно сделать.** Сложите тетрадный лист гармошкой. С одного из концов на длину 3—5 см соберите складки вместе. Свяжите их, чтобы получилась ручка. Возьмитесь за ручку и размахивайте веером взад-вперед. Вы почувствуете ветерок, обдувающий ваше лицо!

**Что происходит.** Хотя воздух невидим, он действительно существует, как все видимые предметы. Воздух тоже имеет массу и объем. Когда веер давит на воздух, ваше лицо ощущает его движение.

**Продолжаем опыт.** Сделайте несколько вееров большего и меньшего размеров. Какой из них дует сильнее? Какой самый большой и самый маленький веер вы можете сделать?



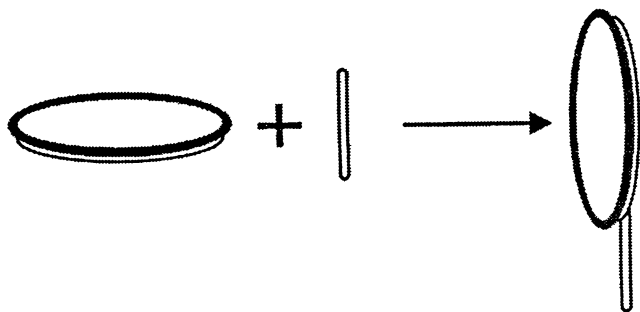
## ВЕЕР ИЗ БУМАЖНОЙ ТАРЕЛКИ

**Вам понадобятся.** Бумажная тарелка, палочка для мороженого, скотч.

**Нужно сделать.** Прикрепите скотчем палочку к тарелке с задней стороны. Возьмитесь за палочку и помашите тарелкой взад-вперед. Вы почувствуете на лице освежающий ветерок!

**Что происходит.** Как и в случае с бумажным веером, веер из тарелки при движении давит на воздух. И когда большая круглая поверхность тарелки толкает воздух, вы чувствуете ветерок на своем лице.

**Продолжаем опыт.** Какой веер (бумажный или из тарелки) дует сильнее? Сделайте несколько вееров больших и маленьких. Какой из них дует сильнее? Существует ли предел размера веера, который вы можете сделать? Сделайте веер из другого материала (пластика или пенопласта).



## СОРЕВНОВАНИЕ ЛИСТА БУМАГИ С БУМАЖНЫМ ШАРИКОМ

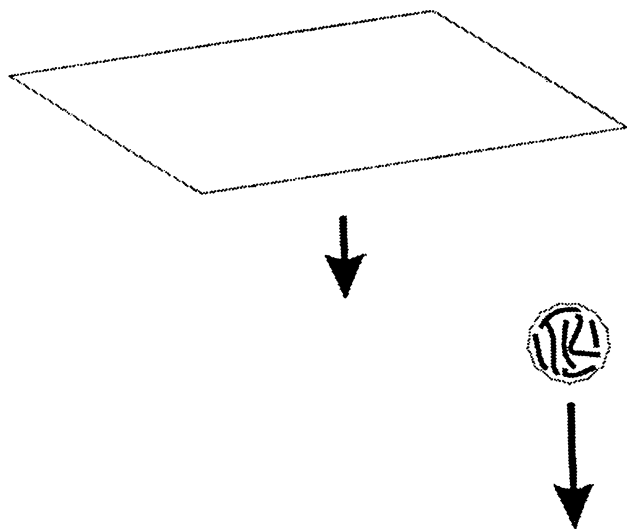
---

Вам понадобятся. Тетрадные листы.

Нужно сделать. Скомкайте тетрадный лист в шарик. Уроните его на пол одновременно с листом бумаги. Лист бумаги будет падать дольше, чем бумажный шарик.

Что происходит. На поверхность листа давление воздуха больше, чем на шарик. Скомканный шарик, падая, выталкивает с дороги меньше воздуха, чем лист бумаги. Поэтому шарик быстрее оказывается на полу.

Продолжаем опыт. Проведите опыты с листами и шариками различного размера и формы. Какой из них падает быстрее, а какой медленнее всего?





## ПАДЕНИЕ ПОЧТОВОЙ ОТКРЫТКИ

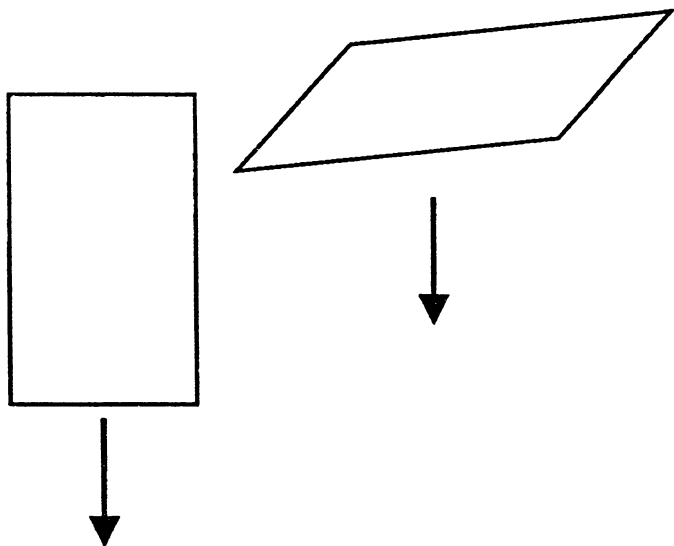
---

**Вам понадобятся.** Почтовые открытки.

**Нужно сделать.** Возьмите в руки две открытки. Одну держите ребром вниз, а другую горизонтально. Отпустите обе одновременно. Открытка, которую вы держали ребром вниз, упадет на пол быстрее. Падая некоторое время ребром, она затем начнет падать, как вторая открытка, меняя вертикальное положение на горизонтальное и обратно.

**Что происходит.** Как и в предыдущем опыте, предмет, у которого площадь поверхности, взаимодействующей с воздухом, больше, падает медленнее.

**Продолжаем опыт.** Используйте открытки разного размера. Открытки какого размера падают быстрее? Согните открытку. Будет ли она падать медленнее, чем несогнутая?



## СОРЕВНОВАНИЕ ЛИСТА БУМАГИ С КНИЖКОЙ ИЛИ С МОНЕТОЙ

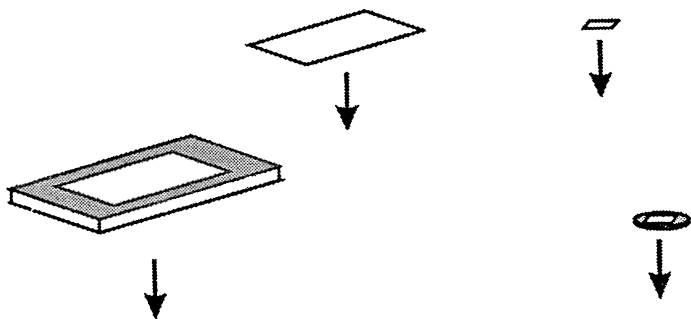
---

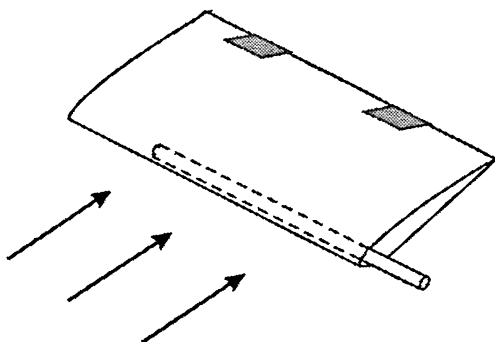
Вам понадобятся. Лист бумаги, книга, монета.

**Нужно сделать.** Положите лист бумаги на книгу. Убедитесь, что лист меньше книги. Уроните оба предмета одновременно. Лист прилипнет к обложке книги. Теперь уроните только лист бумаги. Он будет падать гораздо медленнее. Прodelайте такой же опыт с маленьким кусочком бумаги на большой монете (вместо книги).

**Что происходит.** Книга или монета отталкивают воздух с пути листа бумаги. Поэтому лист падает с той же скоростью, что и его более тяжелый помощник (книга или монета). А сам лист бумаги не может преодолеть сопротивление воздуха и падает медленнее.

**Продолжаем опыт.** Роняйте листы разного размера на книгах или монетах разного веса. При какой комбинации размера и веса падение происходит быстрее?





## АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ КРЫЛО (ПРОФИЛЬ КРЫЛА, КРЫЛО)

---

Вам понадобятся. Лист бумаги, соломинка, скотч.

Нужно сделать. Сложите листок бумаги пополам. Вложите соломинку внутрь бумаги, вдоль сгиба. Оставьте снаружи 2,5 см соломинки. Склейте вместе свободные края бумаги в виде крыла самолета (придайте ему *аэродинамический профиль*). Подуйте вдоль крыла. Лист взлетит!

Что происходит. Движущийся воздух обладает меньшим давлением, чем неподвижный. Чем быстрее движется воздух, тем меньше его давление. Воздух, движущийся над изогнутой поверхностью крыла, должен пройти больший путь (а значит, он будет двигаться быстрее), чем воздух у плоского основания крыла. А раз давление воздуха на нижнюю часть крыла больше, чем на верхнюю его часть, то крыло поднимается.

Продолжаем опыт. Дуйте сильнее. Поднимается ли крыло быстрее? Сделайте крыло большего размера, используя большой кусок плотной бумаги или

тонкой фанеры. Вашего дыхания может и не хватить для поднятия крыла. Используйте фен для волос или выдувающий конец пылесоса. Который из них работает лучше?

---

---

## «ВЗЛЕТ» БУМАЖНОЙ ПОЛОСКИ

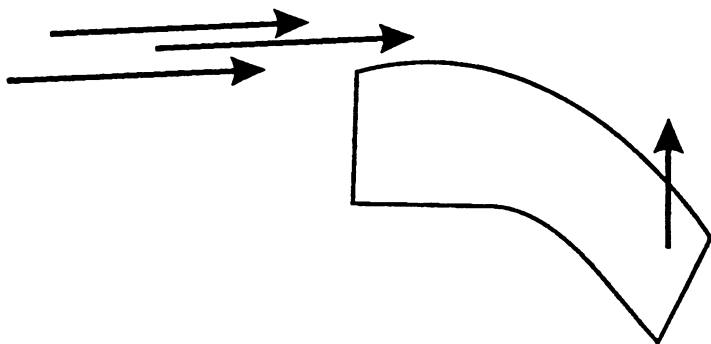
---

**Вам понадобятся.** Полоска бумаги размером  $5 \times 13$  см.

**Нужно сделать.** Держите полоску бумаги размером  $5 \times 13$  см между большим и указательным пальцами. Подуйте сверху, вдоль полоски. Полоска поднимется!

**Что происходит.** Движущийся воздух обладает меньшим давлением, чем находящийся в покое. неподвижный воздух снизу давит на полоску сильнее, чем движущийся сверху, поэтому полоска поднимается.

**Продолжаем опыт.** Бумага какого размера, формы и типа (плотности) поднимается легче?



## ПРОГИБ БУМАЖНОГО МОСТИКА

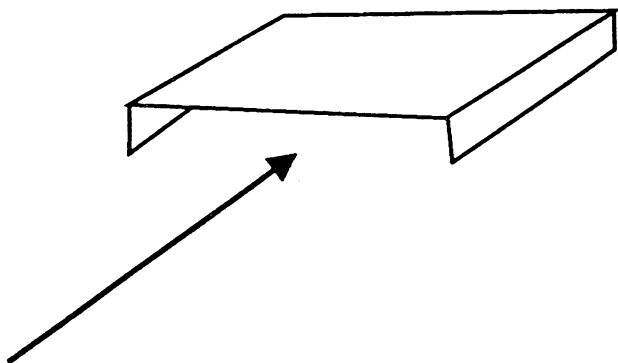
---

Вам понадобятся. Открытка размером  $13 \times 20$  см, лист тетрадной бумаги.

Нужно сделать. Отогните по 1 см вниз с каждого длинного края открытки. Поставьте открытку согнутыми краями на стол. Подуйте снизу вдоль открытки. Она прогнется.

Что происходит. Движущийся под открыткой воздух обладает меньшим давлением, чем спокойный воздух над открыткой. В результате открытка прижимается к столу (так как между столом и открыткой находится область меньшего давления).

Продолжаем опыт. Прodelайте такой же опыт с менее плотной бумагой, например тетрадной. Насколько легче прогибается бумага?



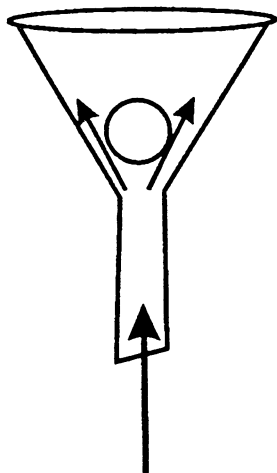
## ШАРИК ДЛЯ ПИНГ-ПОНГА ЗАСТРЕВАЕТ В ВОРОНКЕ

---

**Вам понадобятся.** Воронка из пластика, шарик для пинг-понга.

**Нужно сделать.** Положите шарик для пинг-понга в воронку. Попробуйте выдуть шарик из воронки. Вы не сможете это сделать! Чем сильнее вы дуете, тем сильнее шарик прижимается к основанию воронки.

**Что происходит.** Воздух, обдувающий шарик, обладает меньшим давлением, чем воздух сверху, поэтому шарик прижимается к основанию.



**Продолжаем опыт.** Используйте более легкие предметы, например бумажный шарик или маленький воздушный шарик. Какой из них остался в воронке? Какой вы смогли выдуть? Если вы смогли выдуть какой-нибудь предмет, имеет ли он менее гладкую поверхность, чем шарик для пинг-понга?

## ПОЧТОВАЯ ОТКРЫТКА ПРИЛИПАЕТ К КАТУШКЕ ОТ НИТОК

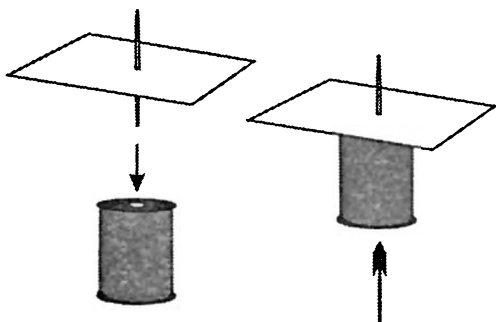
---

Вам понадобятся. Почтовая открытка размером 8 × 13 см, катушка от ниток, круглая зубочистка.

Нужно сделать. Проткните открытку в центре зубочисткой. С обеих сторон открытки должны оставаться равные части зубочистки. Положите открытку на катушку, опустив часть зубочистки в отверстие катушки. Попробуйте сдуть открытку, дую в отверстие на другом конце катушки. Вы не сможете даже сдвинуть ее. Чем сильнее вы будете дуть, тем сильнее открытка будет прижиматься к катушке! Переверните катушку открыткой вниз, и, пока вы дуете, открытка и зубочистка будут прилипать к катушке.

Что происходит. Воздух, дующий на открытку снизу, обладает меньшим давлением, чем воздух сверху. Поэтому открытка прижимается к катушке (зубочистка не дает открытке соскользнуть с катушки).

Продолжаем опыт. Используйте открытки разных размеров. Открытка какого размера прижимается лучше? Попробуйте тетрадный лист. Прижимается ли он так же хорошо, как открытка?



## БУМАЖНЫЙ ШАРИК И ПЛАСТИКОВАЯ БУТЫЛКА

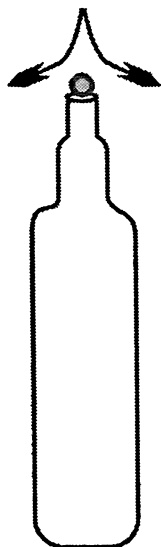
---

**Вам понадобятся.** Пустая пластиковая бутылка, маленький бумажный шарик.

**Нужно сделать.** Скомкайте бумагу в шарик, размер которого немного меньше горлышка бутылки. Попробуйте задуть шарик в бутылку. У вас ничего не выйдет!

**Что происходит.** Воздух в бутылке мешает шарiku упасть в нее. Если шарик лишь слегка меньше горлышка (и не проваливается в него), то воздуху не хватает места, чтобы протиснуться между поверхностью шарика и внутренней частью горлышка, поэтому шарик и не падает внутрь.

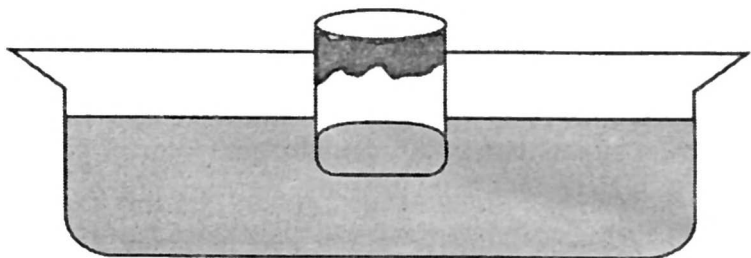
**Продолжаем опыт.** Попробуйте сделать шарик из разной бумаги и других материалов, например алюминиевой фольги. Насколько легче они падают в бутылку?





## СУХАЯ БУМАГА В СТАКАНЕ, ОПУЩЕННОМ В ВОДУ

---



**Вам понадобятся.** Бумага, стакан, миска с водой.

**Нужно сделать.** Скомкайте бумагу и запихните ее до дна стакана. Переверните стакан вверх дном и опустите его в миску с водой. Бумага не намокнет!

**Что происходит.** Когда край стакана опустится ниже уровня воды, в стакан начнет просачиваться вода. Но просочиться сможет лишь небольшое ее количество. Так как воздух из стакана не может выйти, он начнет давить на воду, и постепенно давление воздуха и воды уравниваются. Вода не сможет дойти до комка бумаги на дне стакана, и бумага останется сухой.

**Продолжаем опыт.** Используйте более высокие и более широкие стаканы. В какой из них (высокий или широкий) попадает больше воды? Опустите стакан глубже, остается ли бумага сухой?

## ПЕРЕВЕРНУТЫЙ СТАКАН С ВОДОЙ БРОСАЕТ ВЫЗОВ ЗАКОНУ ПРИТЯЖЕНИЯ

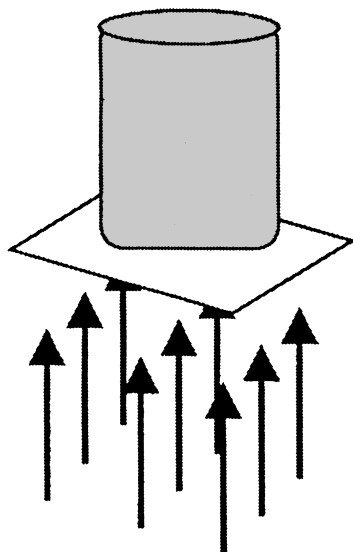
---

Вам понадобятся. Стакан, вода, вошенная бумага.

Нужно сделать. Наполните стакан водой. Положите на стакан кусок вошенной бумаги и, прижав его ладонью, быстро переверните стакан вверх дном. Уберите руку. Вода не будет выливаться из стакана.

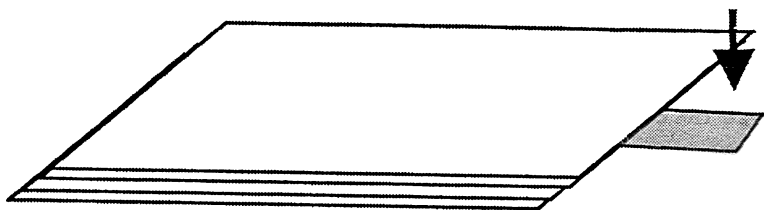
Что происходит. Давление воздуха, равное 1 кг на квадратный сантиметр, прижимает вошеную бумагу к стакану. Если стакан заполнен водой, веса воды недостаточно для преодоления давления воздуха на бумагу.

Продолжаем опыт. Используйте другие типы бумаги, например тетрадный лист или картон. Дают ли они тот же результат, что и вошенная бумага? Да или нет? Объясните причину.



## ГАЗЕТА ПРИКЛЕИВАЕТ ЛИНЕЙКУ К СТОЛУ

---



**Вам понадобятся.** Линейка, газета, скотч.

**Нужно сделать.** Положите на линейку несколько листов газеты так, чтобы незакрытый кончик линейки длиной 5 см выступал за край стола. Ударьте по линейке тугим рулоном из газет (других). Линейка с газетами на ней не сдвинется с места.

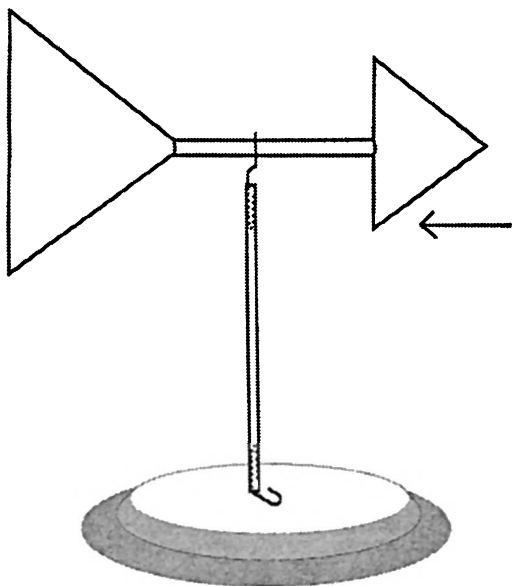
**Что происходит.** Давление воздуха на газеты прижимает линейку к столу. Если на линейку медленно надавить, то газеты поднимутся вверх. Но если сильно ударить по линейке, воздух не успевает быстро приподняться и линейка остается неподвижной. Для наглядности используйте длинную линейку, например метровую.

**Продолжаем опыт.** Меняйте длину линейки, выступающую из-под газеты. Какова максимальная длина кончика, при которой газеты прижимают линейку к столу? Добавьте еще несколько листов. В каком случае линейка лучше прижимается к столу: (1) когда газеты лежат стопкой или (2) когда каждая газета немного смещена по отношению к лежащей под ней газете?

## ФЛЮГЕР

Вам понадобятся. 2 соломинки, большая скрепка, стандартная скрепка, почтовая открытка размером 13 × 20 см, ножницы, пластиковая тарелка, скотч.

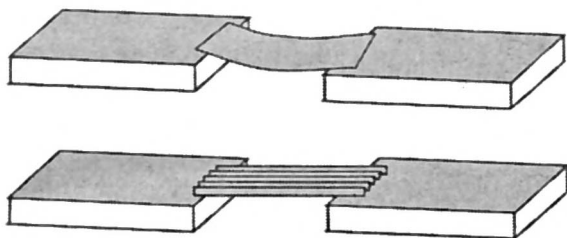
Нужно сделать. Голову и хвост флюгера нужно вырезать из открытки. Прикрепите их к разным концам соломинки. Распрямите стандартную скрепку. Острый конец скрепки воткните в середину соломинки. Для безопасности залепите острый конец скрепки скотчем. Другой, закругленный конец скрепки воткните в другую соломинку. Распрямите большую скрепку и согните ее так, чтобы ее закругленные концы оказались перпендикулярны друг другу. Прикрепите один закругленный конец к задней части пластиковой тарелки. Другой закругленный конец воткните в конец второй соломинки (как на рисунке). Вынесите флюгер на улицу в ветреный день. Флюгер укажет направление, откуда дует ветер.



**Что происходит.** Давление ветра на голову и хвост флюгера заставляет его принять положение, параллельное направлению ветра. Так как хвост больше головы, ветер сильнее отталкивает его, поэтому голова поворачивается в ту сторону, откуда дует ветер.

**Продолжаем опыт.** Поставьте флюгер перед вашим окном в ветреный день. Посмотрите, что происходит. Задувает ветер в окно или из него или вы не чувствуете дуновения ветра? Проверьте, дует ли ветер одинаково в окна, направленные в разные стороны?

# Опыты на равновесие



## БУМАЖНЫЙ МОСТИК

Вам понадобятся. 2 книги, 2 листа из тетради размером  $22 \times 28$  см.

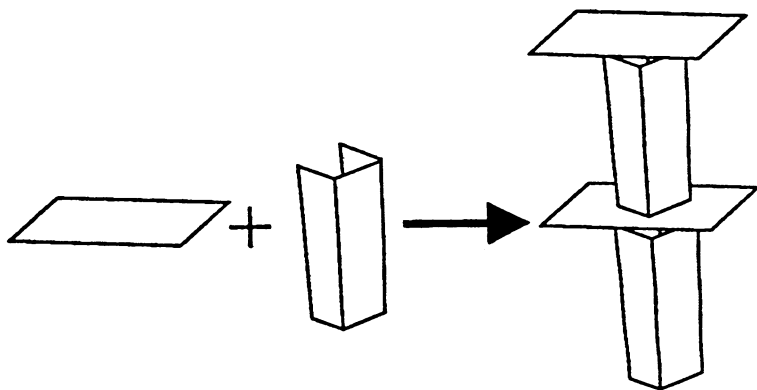
Нужно сделать. Положите две книги, разделенные расстоянием около  $\frac{3}{4}$  длины листа. Положите лист бумаги на книги, так чтобы его большая часть оказалась между книгами. Бумага прогнется под действием собственного веса. Сложите лист в продольном направлении в гармошку, сделайте 4 складки. Положите сложенный лист на книги, как показано на рисунке. Лист не прогнется, и он не прогнется, даже если положить на него еще один лист, скрепку или ластик.

Что происходит. Сложенный лист не гнется, он выдерживает больший вес, чем плоский.

Продолжаем опыт. Используйте бумагу разной длины и веса. Какой размер и тип бумаги лучше всего подходит для сооружения мостика?

## БУМАЖНАЯ БАШНЯ

---



Вам понадобятся. От 20 до 50 листов тетрадной бумаги.

**Нужно сделать.** Для строительства башни нужны вертикальные и горизонтальные части. Придайте половине листов форму букв V, Z или П (на рисунке показана колонна в виде буквы П). Это будут вертикальные части вашей башни. А несогнутые листы будут служить горизонтальными частями вашей башни.

**Что происходит.** Сложенная бумага более жесткая, чем плоская. Сложенная любым способом бумага, используемая как стены башни, гнется меньше, чем плоская. Плоские листы обеспечивают устойчивость опирающихся на них стен.

**Продолжаем опыт.** Башню какой высоты вы сможете построить? Лучше ли использовать более длинные листы, чем короткие? Насколько короткий и насколько длинный лист можно использовать?

## БУМАЖНЫЕ БЛОКИ

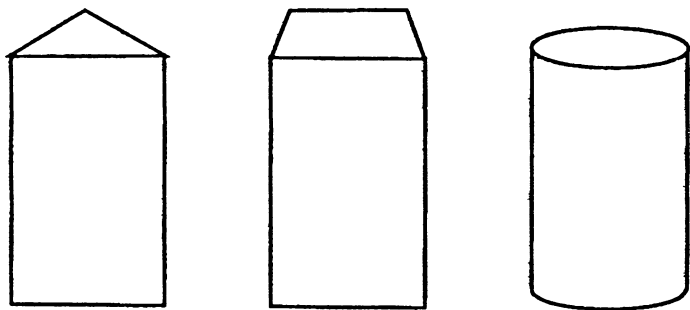
---

Вам понадобятся. Почтовые открытки, скотч.

**Нужно сделать.** Согните открытки так, чтобы получился трехмерный предмет, в сечении которого треугольник, круг или прямоугольник. Скрепите края каждой открытки для сохранения ее формы.

**Что происходит.** Чем сильнее согнута бумага при создании блока, тем он крепче и тверже. Чем крепче блок, тем более высокое сооружение вы можете построить из блоков такой формы. Листы бумаги легче складываются, чем бумажные блоки, так как бумажные волокна в плоском листе смещаются легче, чем в блоке. Этот эффект можно заметить, когда вы сгибаете лист бумаги. Изгиб разрывает некоторые волокна листа. И эти волокна невозможно вернуть в исходное состояние. Попробуйте разгладить бумажный шарик и сделать его таким же гладким, каким он и был. У вас ничего не получится!

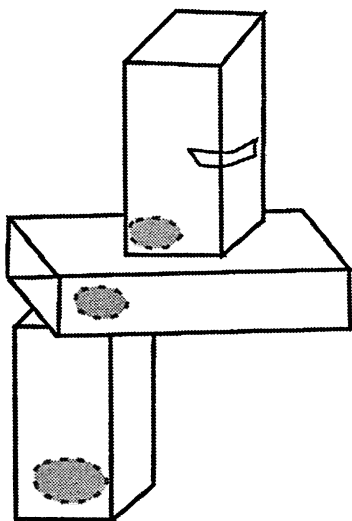
**Продолжаем опыт.** Блоки какой формы более крепкие? Сделайте короткие и длинные трубки; какие из них крепче?





## УРАВНОВЕШИВАНИЕ БЛОКОВ

Вам понадобятся. Почтовые открытки, скотч, маленькие камушки.



**Нужно сделать.** Придайте почтовым открыткам трехмерную форму, с квадратным или прямоугольным сечением. Скрепите концы скотчем для сохранения формы. Прикрепите камушки или любые другие тяжелые предметы (монеты) к внутренней части блоков. Сложите блоки в столбик. Заметьте, насколько далеко от центра можно класть каждый блок.

**Что происходит.** Тяжелый предмет (камушек или монета) внутри блока смещает центр его тяжести (центр равновесия). Если тяжелые концы сгруппировать вблизи вертикальной линии, проходящей через основание нижнего блока, то можно построить очень забавную конструкцию. Постройте несколько башен необычной формы, которые выглядят почти опрокидывающимися.

**Продолжаем опыт.** Проверьте, насколько высокую и устойчивую башню вы можете построить. Положите на верх башни лист бумаги. Сколько листов она выдержит?

## РАВНОВЕСИЕ ВЕСЕЛЫХ РОЖИЦ МАМОЧКИ И РЕБЕНКА

---

Вам понадобятся. 2 почтовые открытки, соломинка для коктейля, скотч, ножницы.

Нужно сделать. На открытках нарисуйте веселые лица мамы и ребенка. Вырежьте оба личика. Прикрепите один конец соломинки к нижней части маминого личика, а второй конец соломинки прикрепите к верхней части личика ребенка. Покачайте мамино личико на кончике пальца.

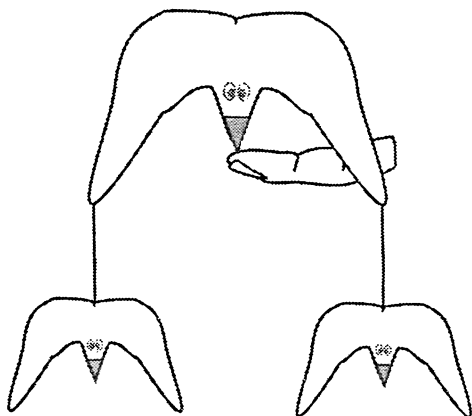


Что происходит. Мамино личико не падает с вашего пальца, потому что его уравновешивает личико ребенка. Центр тяжести мамы и ребенка находится под вашим пальцем. Чтобы мамино личико упало с пальца, центр тяжести должен подняться выше. Но так как центр тяжести предпочитает самое низкое положение, то личики мамы и ребеночка уравновешивают друг друга.

Продолжаем опыт. Нарисуйте папино личико (оно больше маминого), вырежьте его и замените им мамино личико. Нужно ли увеличить личико ребенка, чтобы уравновесить папину рожицу?

## БАЛАНСИРУЮЩИЕ ПТИЦЫ

Вам понадобятся. Три почтовые открытки размером  $13 \times 20$  см, скотч, нитки.



**Нужно сделать.** Вырежьте из открыток силуэты трех птиц. Отрежьте два куска ниток одинаковой длины. Прикрепите каждую нитку к центру спины двух птиц. Второй конец каждой нитки прикрепите к концам крыльев третьей птицы (см. рисунок).

Покачайте клюв третьей птицы на кончике вашего пальца.

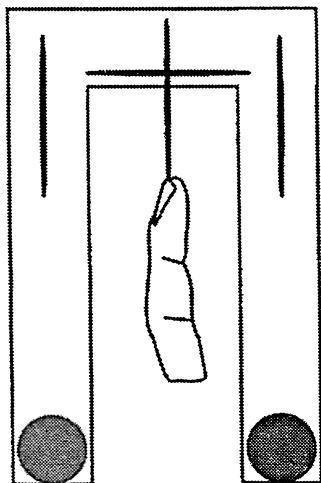
**Что происходит.** Когда средняя птица начинает падать с вашего пальца, одна из нижних птиц поднимается вверх сильнее, чем другая опускается вниз, поэтому центр тяжести всей «стаи» поднимется. А так как все три птицы стремятся удержать общий центр тяжести как можно ниже, то средняя птица не будет падать с вашего пальца.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте сделать тот же опыт с птицами разного размера и нитками разной длины. Сколько птиц можно повесить на среднюю птицу? Какого размера они могут быть?

## П-ОБРАЗНЫЙ БУМАЖНЫЙ БАЛАНСИР

Вам понадобятся. Большая почтовая открытка (13 × 20 см), 2 монеты, 4 зубочистки, скотч.

Нужно сделать. Вырежьте из большой открытки большую букву П. Прикрепите зубочистку к середине перекладины буквы П, параллельно боковым сторонам. Прикрепите монетки к ножкам буквы П и укрепите ее оставшимися зубочистками, как показано на рисунке. Побалансируйте зубочисткой на кончике вашего пальца или на ластике. Попробуйте вращать букву П на кончике пальца. Она должна повернуться и не упасть.



Что происходит. Буква вращается и не падает, так как центр ее тяжести находится ниже конца зубочистки, на который она опирается. Буква П не опрокидывается, так как стремится удержать свой центр тяжести как можно ниже.

Продолжаем опыт. Проведите опыт с более легкими, чем монеты, предметами, например пуговицами. Насколько легкими могут быть эти предметы, чтобы буква П еще не опрокидывалась?

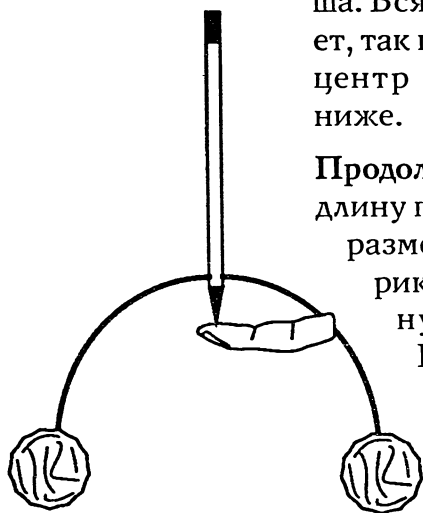
## КАРАНДАШ И БАЛАНСИР ИЗ БУМАЖНЫХ ШАРИКОВ

Вам понадобятся. Карандаш, кусок мягкой проволоки, газета, скотч.

Нужно сделать. Скомкайте из газеты два шарика и скрепите их скотчем, чтобы они не расправились. Согните кусок проволоки в дугу, чтобы он стал похож на коромысло. Прикрепите шарики к концам проволоки. Прикрепите скотчем проволоку за середину к карандашу на расстоянии 2—3 см от кончика. Поставьте кончик карандаша на палец и балансируйте.

Что происходит. Карандаш балансирует на вашем пальце, так как центр тяжести карандаша, проволоки и шариков находится ниже кончика карандаша. Вся конструкция не падает, так как пытается удержать центр тяжести как можно ниже.

Продолжаем опыт. Измените длину проволоки. Поменяйте размер и вес бумажных шариков. Попробуйте сдвинуть карандаш вверх. Насколько легче (или труднее) становится балансировать при изменении длины, веса и размера?



## СКРЕПКА И БАЛАНСИР ИЗ ДВУХ БУМАЖНЫХ ШАРИКОВ

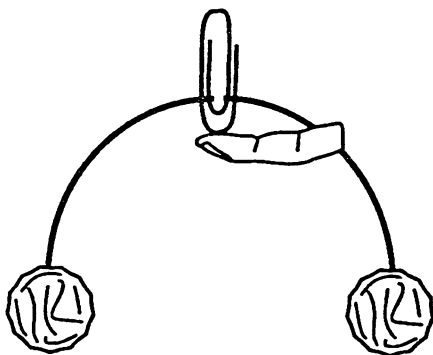
---

Вам понадобятся. Большая скрепка для бумаг, кусок мягкой проволоки, газета, скотч.

Нужно сделать. Сделайте дугу из куска проволоки, чтобы получилось «коромысло». Прикрепите его к большой скрепке в 1 см от ее конца (см. рисунок). Прикрепите бумажные шарики к свободным концам проволоки. Балансируйте скрепкой на кончике пальца.

Что происходит. Скрепка уравновешена на кончике пальца, потому что центр тяжести всей конструкции находится под скрепкой. Скрепка не опрокидывается, так как стремится сохранить центр тяжести как можно ниже.

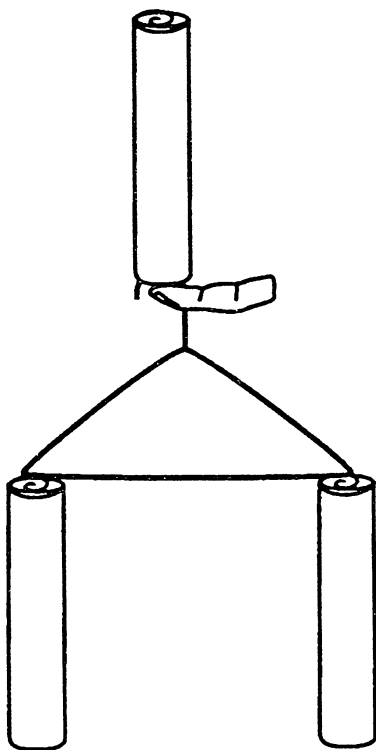
Продолжаем опыт. Замените шарики цепочками из скрепок. Сколько нужно скрепок, чтобы добиться той же устойчивости, что и с шариками?



## БАЛАНСИРУЮЩИЕ ГАЗЕТНЫЕ РУЛОНЫ

Вам понадобятся. Газеты, скотч, вешалка для одежды.

**Нужно сделать.** Возьмите 4 листа газеты и сложите их вчетверо. Сверните получившуюся стопку в рулон вдоль длинной стороны, как показано на рисунке. Закрепите рулон скотчем, чтобы не развернулся. Сделайте еще два рулона. Прикрепите два любых рулона к углам вешалки (см. рисунок). Вложите крючок вешалки в третий рулон. Балансируйте концом этого рулона на кончике пальца.



**Что происходит.** Вся конструкция балансирует на вашем пальце, так как ее центр тяжести находится под основанием верхнего рулона. Конструкция не опрокидывается (если ее сильно не наклонять), потому что стремится сохранить центр тяжести как можно ниже.

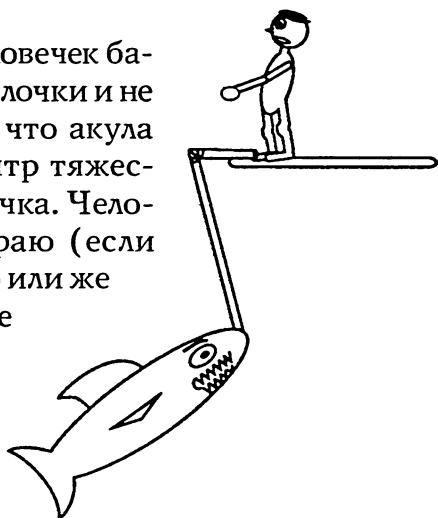
**Продолжаем опыт.** Проверьте, центральный рулон какого веса не сможет удержаться на вашем пальце и упадет.

## ЧЕЛОВЕЧЕК, НЫРЯЮЩИЙ С ВЫШКИ

Вам понадобятся. Две открытки, палочка для мороженого, соломинка для коктейля, скотч.

**Нужно сделать.** Вырежьте из открыток человечка и акулу. Прикрепите короткий конец соломинки к лодыжкам человечка, а длинный — к пасти акулы. Согните соломинку на 30—45 градусов, чтобы акула оказалась прямо под человечком. Поставьте человечка на край палочки, а другой конец палочки возьмите в руку. Человечек не упадет вниз, а будет наклоняться вперед и назад, так как будто он заглядывает вниз, видит акулу и от страха отшатывается назад.

**Что происходит.** Человечек балансирует на краю палочки и не падает вниз, потому что акула «держит» общий центр тяжести под ногами человечка. Человечек остается на краю (если кто-то не толкнет его или же он, увидев акулу, не «умрет от страха»), потому что стремится сохранить центр тяжести как можно ниже.

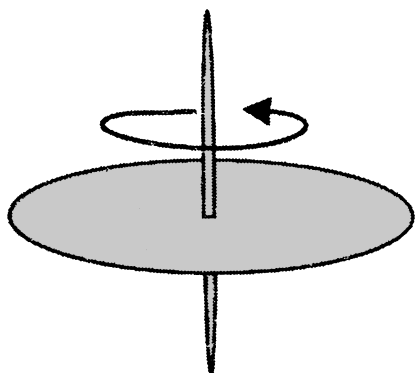


**Продолжаем опыт.** Если человечек получился очень тяжелый, он упадет вниз. Попробуйте сделать и акулу, и человечка разного размера и веса. Проверьте, какой вес каждой фигурки обеспечивает устойчивое положение человечка на палочке.



## ВОЛЧОК ИЗ ЗУБОЧИСТКИ

Вам понадобятся. Почтовая открытка, зубочистка, ножницы, скотч.



Нужно сделать. Вырежьте из открытки круг. Проткните его в центре зубочисткой и закрепите ее скотчем: получился волчок. Возьмитесь за зубочистку и закрутите волчок.

Что происходит.

Волчок не падает, поскольку центробежная сила удерживает его в равновесии. Когда вращение волчка сильно замедляется, он теряет равновесие и падает. То же самое происходит и с колесами велосипеда. Когда велосипед движется быстро, он находится в вертикальном положении. Однако стоит ему сбавить скорость, он падает, так как вращающиеся колеса уже не могут сопротивляться силе тяжести, которая переворачивает велосипед, чтобы центр тяжести оказался как можно ниже.

Продолжаем опыт. Попробуйте вырезать круги разного размера. Каков самый большой и самый маленький размер круга, при котором волчок хорошо крутится? При каком размере круга он крутится лучше всего?

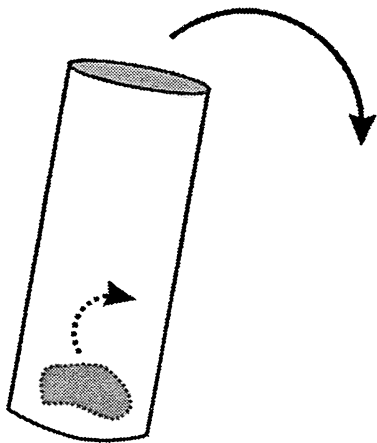
## ВАНЬКА-ВСТАНЬКА ИЗ КАРТОННОЙ ТРУБКИ

---

Вам понадобятся. Картонная трубка (цилиндрическая коробка с крышкой от чипсов), камешек (или металлический шарик, или большая гайка, или болт).

Нужно сделать. Положите в трубку камешек или круглый металлический предмет. Закройте трубку крышкой. Поставьте трубку вертикально на лестничную площадку. Столкните трубку вниз по лестнице (но не катите). Падая вниз по ступенькам, трубка будет кувыркаться, как будто бы шагать.

Что происходит. При падении трубки камешек (или другой тяжелый предмет) перекачивается от одного конца к другому, стремясь оказаться как можно ниже. Он толкает нижний конец трубки, отчего верхний ее конец приподнимается. Трубка оказывается в неуравновешенном положении, переворачивается и «шагает» дальше довольно быстро, каждый раз приподнимая «голову».



Продолжаем опыт. Каковы наилучшие вес и форма предмета в трубке, обеспечивающие более четкое и длительное кувыркание?

# Химические опыты

## МЫЛЬНАЯ ЛОДОЧКА

---

Вам понадобятся. Почтовая открытка, зубочистка, мыло, скотч.

**Нужно сделать.** Вырежьте из открытки треугольник. Сделайте посередине складку. Вложите в нее и приклейте зубочистку, так чтобы ее половина торчала из треугольника. Наколите на торчащий конец зубочистки кусочек мыла. Положите лодочку в тазик с водой. Лодочка поплывет!

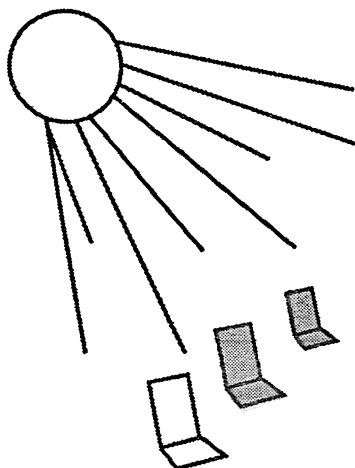
**Что происходит.** Мыло изменяет поверхностное натяжение воды. Когда мыло растворяется, вода позади лодочки становится «жиже» и слабее притягивает лодочку. А впереди лодочки, там, где мыло еще не растворилось, молекулы воды тянут лодочку сильнее, поэтому она плывет вперед.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать разные типы и сорта мыла, чтобы проверить, какое действует лучше. «Толкает» ли мыло с добавками (например, с кондиционером) лодочку так же хорошо, как и чистое мыло.



## ПОЖЕЛТЕНИЕ БУМАГИ

Вам понадобятся. Бумага разного типа (газетная, для заметок, тетрадная, а также бумага хорошего качества для принтеров)

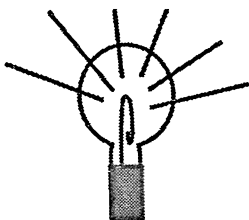


Нужно сделать. Сложите листы разной бумаги пополам. Положите их на подоконник окна, выходящего на солнечную сторону так, чтобы одна половинка лежала на подоконнике, а вторая стояла вертикально и смотрела на солнце. Проверяйте листы каждые несколько дней: какая бумага выцветла сильнее? Вы можете определить это, сравнив половинки каждого листа. Бумага низкого качества (например, газетная) желтеет быстрее.

Что происходит. При производстве низкосортной бумаги используется кислота. Нагреваясь на солнце, эта кислота способствует быстрому выцветанию бумаги. Кроме того, «белая» бумага низкого качества не так бела, как более дорогая бумага для принтеров. А чем темнее бумага, тем больше солнечного света она поглощает.

Продолжаем опыт. Закройте часть освещаемой половинки каждого листа каким-то предметом, например кубиком или бумажной куклой. Проверьте, сколько дней понадобится, чтобы на листе появился силуэт вашего предмета?

## ТАЙНОЕ ПОСЛАНИЕ



### НЕВИДИМЫЕ ЧЕРНИЛА

---

**Вам понадобятся.** Тетрадный лист, кисточка для рисования, кусок мягкой проволоки или зубочистка, сок лимона, источник тепла (например, лампа или тостер).

**Нужно сделать.** Напишите кисточкой для рисования, проволокой или зубочисткой секретное послание лимонным соком на листе бумаги. Дайте бумаге просохнуть в течение двух часов. Затем для нагрева подержите ее над лампой или тостером. Послание, как по волшебству, проявится на листе!

**Что происходит.** После высыхания лимонного сока его сухой остаток скрывается в бумаге. При нагреве остаток поджаривается и темнеет, показывая надпись.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте другую жидкость, например апельсиновый сок, яблочный сок или молоко. Получается так же, как и с лимоном? Попробуйте и другие типы бумаги. Какая бумага лучше? Что лучше — мягкая газетная бумага или тетрадный лист?

# Опыты с электричеством и магнетизмом

## СТАТИЧЕСКОЕ ПРИЛИПАНИЕ КУКОЛКИ ИЗ ПАПИРОСНОЙ БУМАГИ

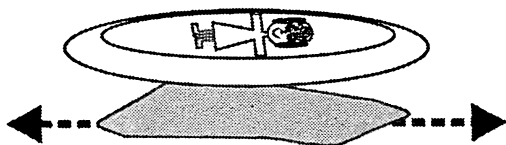
---

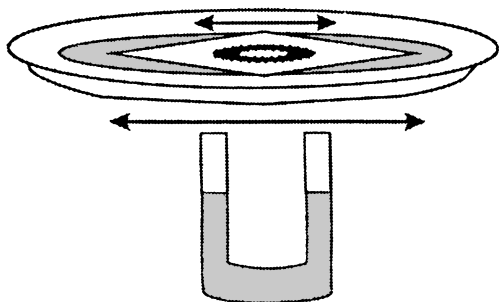
Вам понадобятся. Папиросная или туалетная бумага, ножницы, кусочек шерстяной ткани, тарелка из пластика или полистирола.

**Нужно сделать.** Вырежьте фигурку куклы из папиросной или туалетной бумаги. Положите куклу на перевернутую тарелку из пластика или полистирола (см. рисунок). Переверните тарелку. Кукла, оказавшись под тарелкой, упадет. Опять положите куклу на перевернутую тарелку. Потрите тарелку снизу шерстяной тряпочкой. Переверните тарелку, чтобы кукла опять оказалась снизу. Теперь кукла прилипнет к тарелке и не упадет.

**Что происходит.** Когда тарелку протирают шерстяной тряпочкой, на ней появляется заряд (статическое электричество). Кукла притягивается зарядом и прилипает к тарелке.

**Продолжаем опыт.** На тарелку положите несколько кукол. Потрите тарелку шерстяной тряпочкой и переверните тарелку. Сколько кукол прилипнет к тарелке?





## МАГНИТНАЯ БУМАГА

---

**Вам понадобятся.** Лист бумаги или почтовая открытка, металлический предмет, содержащий железо или сталь (например, металлическая шайба или скрепка), скотч, магнит, пластиковая или алюминиевая тарелка.

**Нужно сделать.** положите металлический предмет, содержащий железо, на лист бумаги или на открытку. Заверните края бумаги над предметом и склейте их. Положите завернутый предмет на алюминиевую или пластиковую тарелку. Поднесите магнит снизу к тарелке и двигайте им. Бумага с предметом тоже будут двигаться.

**Что происходит.** Когда вы двигаете магнит под немагнитным предметом, таким как алюминиевая или пластиковая тарелка, магнитные силы проходят сквозь тарелку и притягивают железный предмет.

**Продолжаем опыт.** Проверьте металлические предметы разного размера и формы (например, болты, шайбы и гвозди). Какие из них больше притягиваются магнитом?

# Предметы, умеющие летать

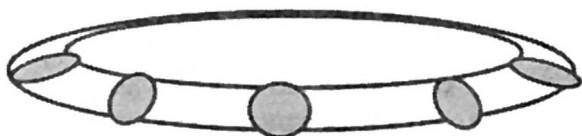
## ЛЕТАЮЩАЯ ВРАЩАЮЩАЯСЯ ТАРЕЛКА

---

Вам понадобятся. Бумажная, пластиковая или пенопластовая тарелка, 8 монет, скотч, ножницы.

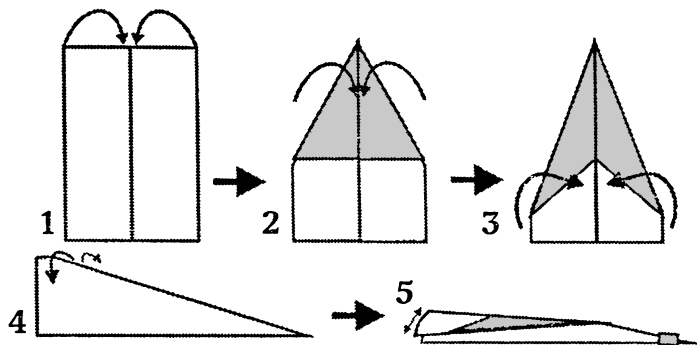
Нужно сделать. Отрежьте край от бумажной, пластиковой или пенопластовой тарелки. Его ширина должна составлять около 1 см. Возьмите этот край и прикрепите к нему 8 монет на равном расстоянии друг от друга. Выйдите во двор и бросьте тарелку вращательным движением точно так же, как вы бросаете покупную летающую тарелку.

Что происходит. Монеты вдоль края тарелки утяжеляют ее. При полете по воздуху более тяжелая тарелка дольше вращается и летит устойчивее, чем более легкая. Это такая же устойчивость, как у вращающихся колес велосипеда.



Продолжаем опыт. Используйте тарелки различного размера и типа. Проверьте, сколько и какие по весу монеты позволяют тарелке лететь дольше и стабильнее.





## САМОЛЕТ

Вам понадобятся. Лист бумаги размером  $22 \times 28$  см, скотч.

**Нужно сделать.** Сверните лист бумаги пополам вдоль длинной стороны (рис. 1). Сложите верхние углы так, чтобы они сошлись на складке посередине (рис. 2). Затем сложите оба края листа к центру, складывается и та часть, которую вы уже сгибали, и не сложенная часть под ней (рис. 3). Теперь сложите лист вдоль по сгибу в центре (рис. 4). Отогните крылья шириной 2,5 см. Закрепите носовую часть самолета скотчем (чтобы он не распрямлялся и чтобы передняя часть стала тяжелее). Запускайте ваш самолет!

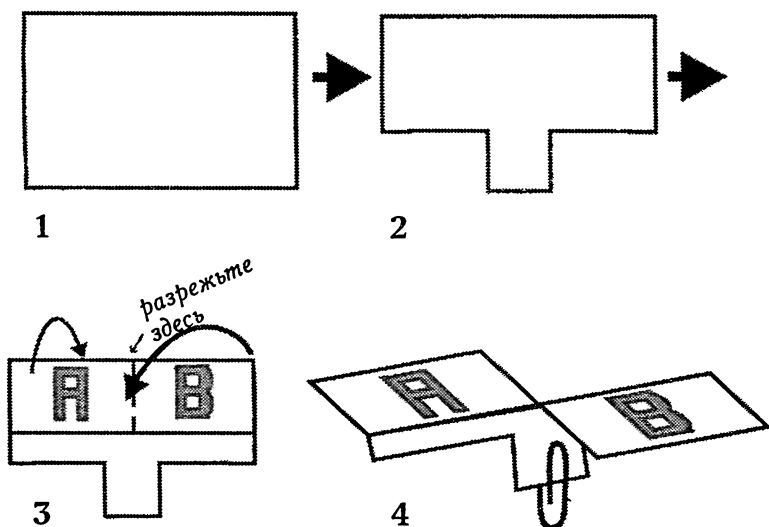
**Что происходит.** Самолет летает, потому что он легкий, имеет обтекаемую форму, легко рассекающую воздух, и имеет крылья, позволяющие замедлять его падение при действии гравитационного притяжения.

**Продолжаем опыт.** Сделайте самолет из более тонкой, но крепкой бумаги, например из кальки. Летает ли он лучше, чем самолет из тетрадного листа?

# ВЕРТОЛЕТ ИЗ ПОЧТОВОЙ ОТКРЫТКИ

Вам понадобятся. Почтовая открытка, большая скрепка, ножницы.

Нужно сделать. Вырежьте маленькие прямоугольники у двух углов почтовой открытки (рис. 2). Разрежьте посередине противоположную длинную сторону открытки, но не до конца (рис. 3). Прикрепите к нижнему выступу скрепку. Отогните лопасти А и В в разные стороны (рис. 4). Ваш вертолет готов к полету. Поднимите его повыше над головой и отпустите: посмотрите, как он всю дорогу до пола вращается!



Что происходит. Когда воздух сталкивается с лопастями А и В, он отталкивается назад и вызывает вращательное движение вертолета. Вес скрепки тянет основание вертолета к полу и поддерживает ло-

пасти в нужном положении. Пока воздух будет сталкиваться с лопастями, вертолет будет кружиться.

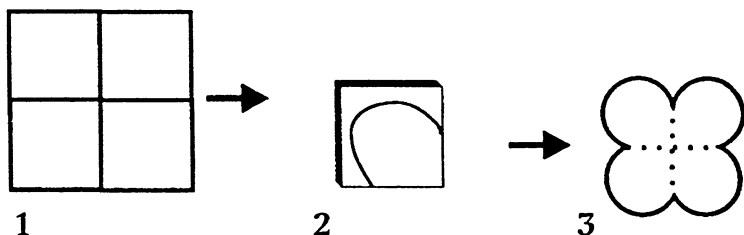
Продолжаем опыт. Попробуйте использовать разные размеры и разное количество скрепок, а также разные размеры открыток. Попытайтесь заменить открытку менее плотной бумагой.

---

---

## ВЕРТОЛЕТ ИЗ ОТКРЫТКИ И СОЛОМИНКИ

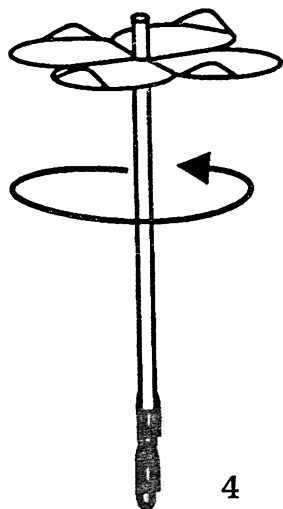
---



Вам понадобятся. Почтовая открытка, шариковая ручка, соломинка, ножницы, скотч, 2 скрепки.

Нужно сделать. Вырежьте из открытки квадрат наибольшего размера. Сложите квадрат вчетверо. Нарисуйте на одной из четвертушек лопасть, как показано на рис. 2. Не распрямляя открытку, из сложенных вместе четвертушек вырежьте лопасти по рисунку, сделанному на верхней четвертушке. Раскройте полученную фигуру. Кончиком шариковой ручки сделайте в центре дырочку. Просуньте через дырочку соломинку на 1 см (рис. 4). Возможно, при этом понадобится немного расширить

дырочку. Прикрепите к другому концу соломинки две скрепки. Немного согните один уголок у каждой лопасти, но все в одну сторону. Бросьте вертолет с высоты не менее 1,5 метра.



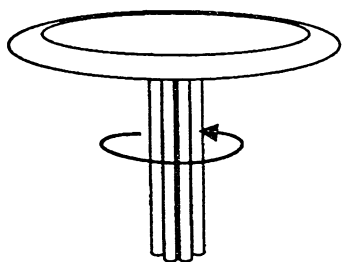
**Что происходит.** По мере падения вертолет вращается, потому что края его лопастей отогнуты в одну сторону и воздух при столкновении с лопастями вращает вертолет.

4

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать разные по размеру и весу скрепки, а также открытки разного размера. Замените открытку более плотной бумагой. Изменится ли направление вращения вертолета, если вы согнете края лопастей под другим углом или в другую сторону? Влияет ли величина угла сгиба лопастей на скорость вращения?

## ВЕРТОЛЕТ ИЗ БУМАЖНОЙ ТАРЕЛКИ

Вам понадобятся. Тарелка из бумаги, пластика или пенопласта, 4 соломинки для коктейля, скотч.



**Нужно сделать.** Свяжите вместе 4 соломинки длинными сторонами, получится столбик. Согните короткие стороны под прямым углом к столбику. Распределите эти части соломинок так, чтобы они были на рав-

ных расстояниях и под прямым углом друг к другу. Прикрепите их к доньшку тарелки. Переверните вертолет соломинками вниз, возьмите их так, чтобы столбик оказался между вашими ладонями. Сделайте руками быстрое движение, как будто потираете, ладошки друг об друга и при этом давите на столбик. Если вы сделаете ваше движение очень быстро и отпустите вертолет, он закрутится и полетит!

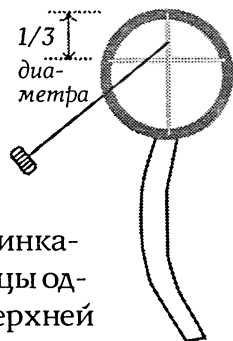
**Что происходит.** Вращаясь, столбик из соломинок вращает и тарелку. Так как диаметр тарелки больше диаметра столбика, вертолет будет стабильно вращаться с большой скоростью. То же самое происходит между педалями велосипеда и колесами. Все зависит от передаточного числа, когда один поворот педали приводит к нескольким поворотам большого колеса. Это увеличивает скорость движения велосипеда.

**Продолжаем опыт.** При каком количестве соломинок получается лучший вертолет? Тарелка какого типа и размера лучше?

## ВОЗДУШНЫЙ ЗМЕЙ ИЗ ТАРЕЛКИ

Вам понадобятся. Тарелка из бумаги или пенопласта, 4 соломинки для коктейля, катушка ниток или шпагата, гофрированная бумага, пластиковая упаковочная пленка, скотч.

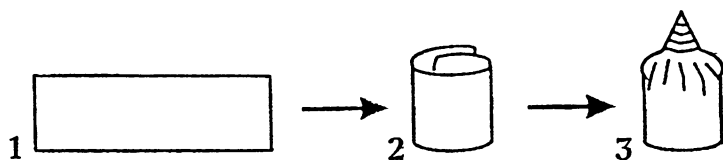
**Нужно сделать.** Вырежьте из тарелки центральную часть, оставив ободок в 1 см. Воткните конец одной соломинки в конец другой. Скрепите их вместе. То же самое сделайте с двумя остальными соломинками. Прикрепите горизонтально концы одной соломинки двойной длины к верхней трети обратной стороны ободка тарелки.



Вторую соломинку двойной длины прикрепите к ободку, перпендикулярно к первой, вдоль диаметра ободка (см. рисунок). Обрежьте торчащие за ободок части соломинок. С другой стороны натяните как можно туже на ободок пластиковую пленку. Обрежьте ее торчащие куски. Прикрепите к основанию змея ленту из гофрированной бумаги длиной в 1 м. Прикрепите свободный конец нитки или шпагата к вертикальной соломинке со стороны пленки на расстоянии  $1/3$  от верхней части. Запустите свой змей!

**Что происходит.** Область низкого давления формируется у задней части змея. Змей взлетает из-за разности давлений на переднюю и заднюю часть.

**Продолжаем опыт.** Какой змей лучше летает: из бумаги или пенопласта? Попробуйте прикрепить нитку к разным частям змея.



## РУЧНАЯ РАКЕТА, СДЕЛАННАЯ НА КОНЧИКЕ ПАЛЬЦА

---

**Вам понадобится:** легкая бумага.

**Нужно сделать.** Отрежьте лист бумаги размером  $3 \times 7,5$  см. Сверните его вокруг вашего указательного пальца в завиток (рис. 2). Скрутите верхнюю часть завитка у кончика вашего указательного пальца в тугий конус (рис. 3). Составьте круг из большого и указательного пальцев. Положите ракету скрученным концом вверх в сделанное кольцо, но она не должна проваливаться или зажиматься (вы можете поэкспериментировать и найти лучший способ удержания ракеты). Сложите другую руку в пригоршню и снизу ударьте по пальцам, держащим ракету. Ракета взлетит в воздух!

**Что происходит.** Воздух от вашей руки, сложенной в пригоршню, поднимает ракету вверх. Чем плотнее ракета будет прилегать к вашей руке, тем быстрее она начнет двигаться. Не сжимайте сильно ракету, а то она не вылетит из вашей руки.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать ракеты различного размера и веса. Сравните ракеты, сделанные из бумаги и других материалов, таких как упаковка жевательной резинки или алюминиевая фольга.

# Опыты с нагревом

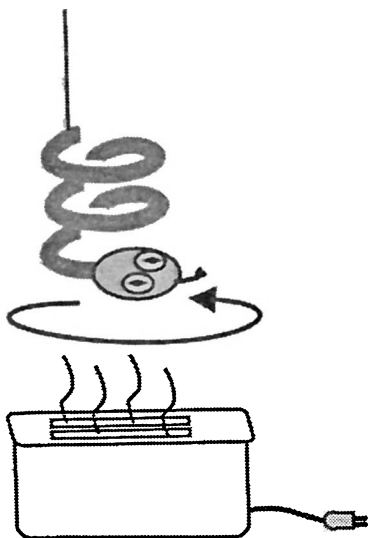
## ВРАЩАЮЩАЯСЯ СПИРАЛЬНАЯ ЗМЕЯ

**Вам понадобятся.** Бумага, тостер, нитка, ножницы, скотч.

**Нужно сделать.** Вырежьте из куска бумаги спиральную змею. Привяжите к хвосту змеи нитку и подержите ее над тостером. Змея начнет медленно вращаться.

**Что происходит.** Поднимающийся из тостера горячий воздух давит на спиралевидное тело змеи. Так как воздух, проходя через тело змеи, сталкивается с элементами спирали и меняет свое направление, змея вращается в сторону, противоположную движению воздуха.

**Продолжаем опыт.** Сделайте несколько змей разного размера и формы, чтобы выяснить какая крутится лучше.





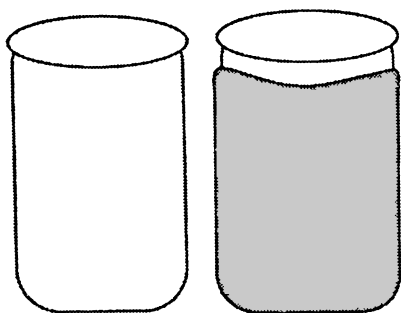
## БУМАЖНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ СТАКАНА

---

**Вам понадобятся.** Грубая оберточная бумага, два стакана, вода со льдом, горячая вода.

**Нужно сделать.** Оберните один из стаканов оберточной бумагой. Наполните оба стакана водой со льдом. В каком стакане лед быстрее растает? Повторите этот опыт с горячей водой. Который из двух стаканов остывает (теряет тепло) быстрее?

**Что происходит.** Бумага изолирует стакан. Изолятор не дает теплу проникать в стакан (со льдом) или покидать стакан (с горячей водой). Если выставить оба стакана наружу, то неизолированный стакан быстрее примет температуру окружающей среды. Термос работает по тому же принципу, сохраняя тепло и холод. У него между стеклянными или пластиковыми стенками вакуум (выкачан воздух). Вакуум является отличным изолятором, так как он лишен вещества, проводящего тепло.

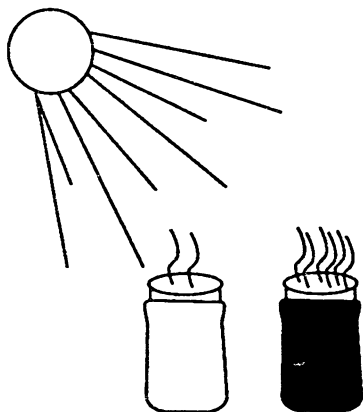


**Продолжаем опыт.** Используйте бумагу разного типа и плотности. Какая бумага лучше подходит для изоляции? Изолирует ли мокрая бумага так же хорошо, как сухая? Проверьте на опыте.

## ЧЕРНАЯ И БЕЛАЯ БУМАГА НА СОЛНЫШКЕ

Вам понадобятся. 2 стакана или кувшина, белая бумага, черная бумага.

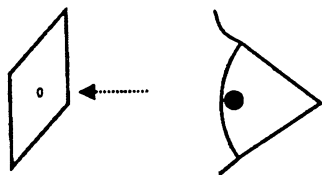
Нужно сделать. Заверните в бумагу два стакана или два кувшина. Один сосуд в белую, а другой в черную бумагу. Поставьте оба сосуда на солнышко. Проверьте температуру сосудов через полчаса или час. Какой сосуд теплее?



Что происходит. Сосуд, завернутый в черную бумагу, нагревается сильнее, чем сосуд, завернутый в белую бумагу. Это происходит из-за того, что черная бумага поглощает, а белая отражает солнечные лучи. Когда свет поглощается черной бумагой, энергия излучения превращается в энергию тепла.

Продолжаем опыт. Оберните сосуды другим материалом, например алюминиевой фольгой или пластиком. Нагревается ли какой-нибудь из них так же сильно, как завернутый в черную бумагу? Нагреваются ли они больше, чем завернутые в белую бумагу? Особенно обратите внимание на температуру сосуда, завернутого в фольгу. Фольга отражает солнечные лучи.

# ОПЫТЫ СО СВЕТОМ



## ДЫРОЧКА ОТ БУЛАВКИ УЛУЧШАЕТ ЗРЕНИЕ

Вам понадобятся. Открытка или лист бумаги, булавка, книга.

**Нужно сделать.** Сделайте маленькую дырочку булавкой в бумажном листе или открытке. Посмотрите на мелкий текст в книге через дырочку. Если вы близоруки и носите очки, снимите их. В дырочку вы будете видеть близкие и далекие предметы более четко, чем без нее.

**Что происходит.** Когда лучи света, отраженные от книги, проходят через крошечную дырочку в бумаге, из всех лучей остаются лишь немногие, центральные лучи, а боковые задерживаются бумагой. Эти центральные лучи фокусируются на малой площади глазного яблока, на сетчатке (чувствительная к свету задняя сторона глаза). У изображений букв остается лишь плотная центральная часть, а размытые боковые части пропадают. Нам кажется, что происходит фокусировка размытого изображения: оно становится четче (но темнее, поскольку через дырочку проходит мало света).

Продолжаем опыт. Измените размер дырочки. Насколько большой может быть дырочка до того, как она перестанет улучшать изображение?

---

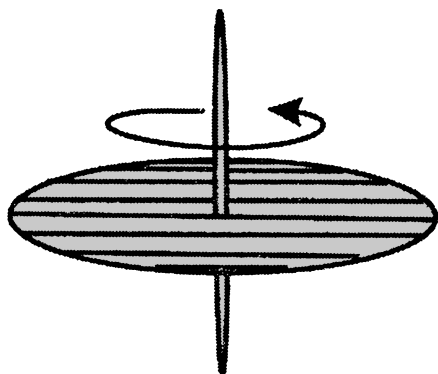
## ПРЕВРАЩЕНИЕ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ В ОКРУЖНОСТИ

---

Вам понадобятся. Почтовая открытка, черный маркер, зубочистка, линейка, скотч, циркуль.

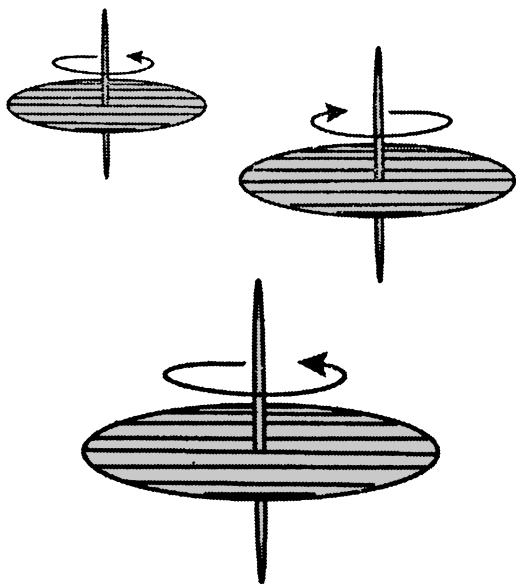
Нужно сделать. Вырежьте из открытки круг диаметром 6 см. Маркером нарисуйте на нём восемь параллельных линий. Проткните круг в центре зубочисткой и закрепите ее. Возьмите зубочистку большим и указательным пальцем и быстро раскрутите круг. Прямые линии на нем превратятся в окружности. Кроме того, вы можете увидеть цветные пятна в белых промежутках. Если диск осветить флуоресцентным светом, когда он замедляется, то линии на диске будут крутиться в одну сторону, потом ненадолго остановятся и закрутятся в обратном направлении.

Что происходит. Наблюдается оптическая иллюзия. Вращающийся диск и его взаимодействие со светом обманывают мозг. Глаз интерпретирует восемь прямых линий как четыре концент-



рических круга с черным ободком и белыми промежутками. Цветные пятна, которые можно увидеть на белых частях, образуются из-за того, что мозг убирает один из цветов сильнее, чем другие при смене черной области на белую область и обратно. Причиной смены направления при освещении диска флуоресцентной лампой при замедлении его движения является действие флуоресцентного света, так как будто это высокоскоростной стробоскопический свет. В отличие от лампы накаливания, светящейся непрерывно, флуоресцентный свет мигает, но так быстро, что обычный человеческий глаз не замечает это мигание. Но если вращение быстрое, то диск покажет быстрое мигание флуоресцентного света.

**Продолжаем опыт.** Сделайте диски разных размеров. Сколько дисков вы можете закрутить одновременно? Показывают ли они одну и ту же картинку?



## ПРЕВРАЩЕНИЕ ЧЕРНЫХ КРИВЫХ ЛИНИЙ В ЦВЕТНЫЕ

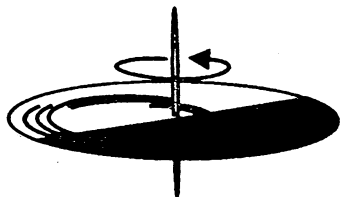
---

Вам понадобятся. Почтовая открытка, черный маркер, зубочистка, линейка, скотч, циркуль.

Нужно сделать. Нарисуйте и вырежьте из открытки круг диаметром 6 см. Черным маркером нарисуйте на нем кривые, показанные на рисунке. Проткните диск в центре зубочисткой и закрепите ее. Взявшись за зубочистку, закрутите диск очень быстро. Вы увидите разные цвета! Когда вы измените направление вращения, изменятся и цвета!

Что происходит. Это оптическая иллюзия происходит из-за того, что мозг ошибочно воспринимает области смены белого и черного цветов как цветные. Белый цвет является смесью всех цветов. Черный цвет — это отсутствие любого цвета. Когда глаз видит смазанную комбинацию белого и черного цветов, он воспринимает ее как цветную. Цвет зависит от пропорций белого и черного и скорости вращения диска.

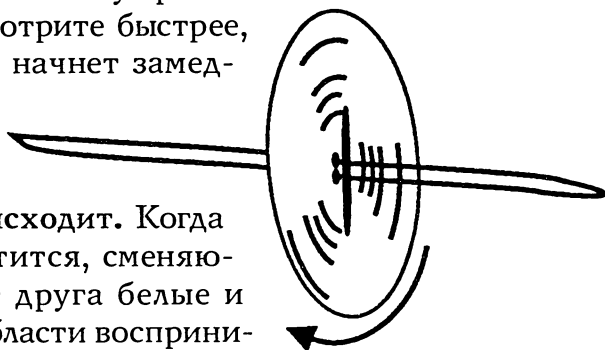
Продолжаем опыт. Нарисуйте различные кривые на дисках. Появляется ли новая иллюзия, когда вы вращаете их? Видите ли вы больше или меньше цветов? Другие цвета? Насколько яркие эти цвета?



## ЧЕРНО-БЕЛЫЕ ЛИНИИ, ОКРАШИВАЮЩИЕ ВРАЩАЮЩИЙСЯ ДИСК

Вам понадобятся. Большая (13 × 20 см) почтовая открытка, тесьма (длиной 2,5 м), ножницы, скотч, шариковая ручка, черный маркер, зубочистка, циркуль.

**Нужно сделать.** Нарисуйте с помощью циркуля круг диаметром 13 см и вырежьте его. Нарисуйте на круге черные линии, как показано на рисунке. С помощью шариковой ручки проткните две дырки с двух сторон от центра круга на расстоянии 2,5 см друг от друга. Проденьте один конец тесьмы через одну дырку, а затем и через другую. Свяжите концы тесьмы. Диск и натянутая тесьма должны быть расположены перпендикулярно друг к другу. Прикрепите зубочистку к тесьме и к одной из сторон диска. Возьмите концы тесьмы и проденьте каждую руку в петли на концах. Одновременно двумя руками сделайте круговые движения, чтобы раскрутить диск. Тесьма сильно перекрутится. Теперь быстро раздвиньте руки. Диск стремительно закрутится, и на нем возникнут разные цвета (смотрите быстрее, а то диск начнет замедляться).



**Что происходит.** Когда диск крутится, сменяющие друг друга белые и черные области восприни-

маются глазом как пятна. Так как мозг не может различить белые и черные области, он пробует компенсировать это цветом. Цвет зависит от пропорций белого и черного и от скорости (и направления) вращения диска.

Продолжаем опыт. На других дисках нарисуйте различные кривые. Какие кривые лучше всего дают цветную картинку при вращении?

---

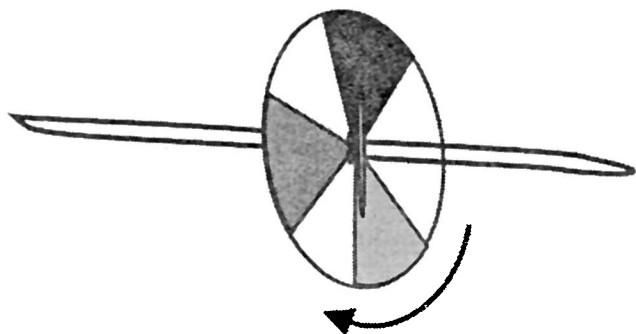
---

## РАЗНОЦВЕТНОЕ КОЛЕСО

---

Вам понадобятся. Большая почтовая открытка (13×20 см), тесьма длиной 2,5 м, цветные маркеры, шариковая ручка, ножницы, зубочистка, циркуль.

Нужно сделать. Нарисуйте циркулем на почтовой открытке круг диаметром 13 см и вырежьте его. Раскрасьте разными цветами несколько клинообразных секторов круга. Шариковой ручкой проткните с двух сторон от центра две дырочки на расстоянии 2,5 см друг от друга. Проденьте конец





тесемки, сначала в одну дырочку, а затем и в другую. Свяжите концы тесемки. Диск и тесьма должны быть расположены перпендикулярно друг к другу. Прикрепите зубочистку к тесьме и к одной из сторон диска. Возьмитесь за концы тесьмы. Одновременно двумя руками сделайте круговые движения, чтобы раскрутить диск. Тесьма сильно перекрутится. Теперь быстро раздвиньте руки. Диск закрутится. При вращении диска его цвета смешиваются и возникает серый или почти черный цвет.

**Что происходит.** Когда диск быстро вращается, человеческий мозг не может различить цвета на нем и воспринимает их как один цвет. Если разноцветные секторы на диске примерно одного размера, диск будет казаться серым или серо-коричневым. Если преобладают секторы одного цвета, то при вращении диска будет преобладать этот цвет, но он будет более тусклым (серым), чем на неподвижном диске.

**Продолжаем опыт.** Измените относительные размеры секторов. Как это влияет на цвет, появляющийся при вращении, и на его интенсивность?

# Опыты с движением и инерцией

## ЗВЕЗДНЫЙ ОБРУЧ КАТИТСЯ

Вам понадобятся. Две бумажные тарелки, ножницы, скотч, шариковая ручка.

Нужно сделать. Сложите две тарелки доньшками и скрепите их скотчем. Убедитесь, что края выровнены. Шариковой ручкой проткните дыру в центре. Вырежьте центральную часть, оставив вдоль ободка кольцевую полосу шириной несколько сантиметров. В этом кольце вырежьте 8 или более треугольников, но ни в коем случае не разрезайте до конца ободок. Отогните треугольники наружу от центра к ободку, так чтобы половина треугольников была направлена в одну сторону, а вторая половина — в другую (рисунок). Теперь у вас есть звездный обруч! Вынесите его наружу, когда дует легкий ветерок, и поставьте обруч на ребро. Как только ветерок подует на него, он покатится по земле или по тротуару.

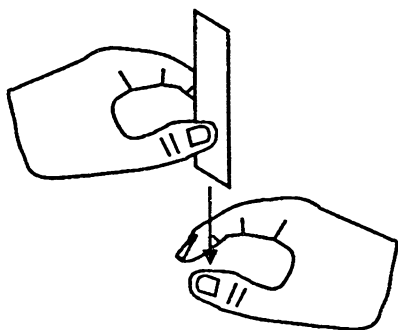


Что происходит. Ветер не позволяет кончикам треугольных кусочков прилипнуть к обручу. Давление ветра на треугольники заставляет обруч катиться и всегда направляет его по ветру.

Продолжаем опыт. Измените размер и количество треугольников на обруче. Какого размера и сколько треугольников нужно, чтобы обруч катился быстрее?

## ТРЮК С ПАДАЮЩЕЙ БУМАГОЙ

Вам понадобятся. Тонкая полоска писчей бумаги (почтовая открытка или банкнота).



Нужно сделать. Возьмите большим и указательным пальцами тонкую полоску писчей бумаги (почтовую открытку или банкноту) узкой стороной вниз. Попросите друга держать свой большой и указатель-

ный пальцы на 2—3 см ниже вашей бумаги. Спросите друга, сможет ли он поймать бумагу, когда вы ее бросите? Он обязательно ответит: «Да!» Бросайте бумагу. Ваш друг не сможет ее поймать!

Что происходит. Рефлексы человека слишком медленны, чтобы поймать падающую полоску бумаги. Сигнал о том, что бумагу уронили, идет от глаз вашего друга к его мозгу, а затем от мозга — к рукам и пальцам. И приходит он слишком поздно (примерно через  $1/2$  секунды): бумага уже проскользнула сквозь пальцы.

Продолжаем опыт. Проверьте, насколько далеко вы можете держать свой листик от пальцев вашего друга, чтобы он не мог его поймать. Имеет ли форма и вес бумаги какое-нибудь значение для того, чтобы скорость поимки увеличилась?

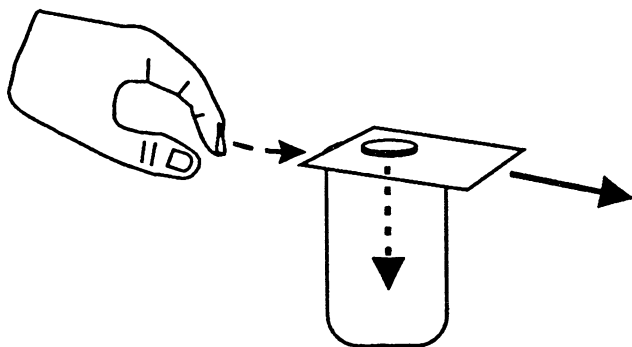
## ПАДЕНИЕ МОНЕТЫ В СТАКАН

Вам понадобятся. Почтовая открытка, монета, стакан.

**Нужно сделать.** Положите открытку на стакан. Положите монету на открытку. Щелчком указательного пальца сбейте открытку со стакана. Монета упадет в стакан.

**Что происходит.** Монета по инерции остается на месте. Инерция заставляет предметы оставаться в том положении, в котором они находятся. Неподвижные предметы стараются остаться неподвижными, а движущиеся предметы стараются сохранить движение.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать монеты и открытки разного размера. Посмотрите, какой размер дает лучший результат? Заметьте: если вы не собьете открытку достаточно быстро, монета не упадет в стакан, а улетит вместе с открыткой. Насколько быстро надо сбивать открытку, чтобы монета упала прямо в стакан?



## УСТОЙЧИВЫЙ ЛАСТИК НА ПОЛОСКЕ БУМАГИ

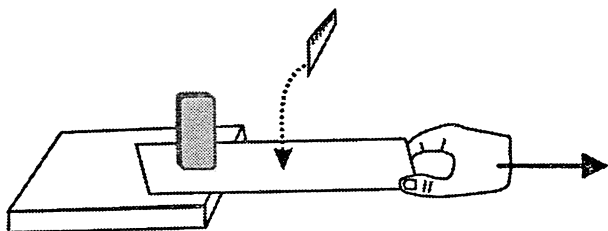
---

**Вам понадобятся.** Прямоугольный ластик, полоска бумаги ( $3 \times 13$  см), линейка или карандаш.

**Нужно сделать.** Положите ластик на конец бумажной полоски. При этом ластик и бумага лежат на краю стола и 8—10 см полоски свисает со стола. Возьмите свисающий конец в руку и резко ударьте линейкой или карандашом по полоске, ближе к краю стола. Полоска вылетит из-под ластика, а сам ластик останется на месте. Если все это вы проделаете очень быстро, то ластик даже не сдвинется.

**Что происходит.** Неподвижные объекты стремятся остаться в неподвижности, как и движущиеся стремятся двигаться, если на них не действует внешние силы. Ластик не сбрасывается со стола вместе с полоской бумаги из-за инерции, удерживающей его на месте. Если вы будете медленно вытягивать полоску, то и ластик вместе с полоской упадет со стола.

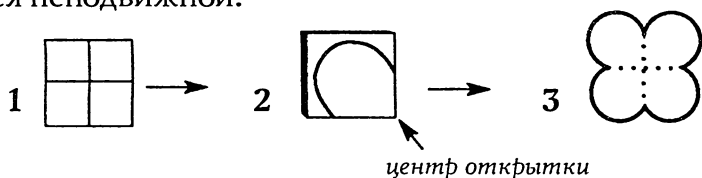
**Продолжаем опыт.** Замените ластик другими предметами, например коробочкой от скрепок, металлическим болтом или ложкой. Имеет ли вес предмета какое-нибудь значение для его устойчивости?



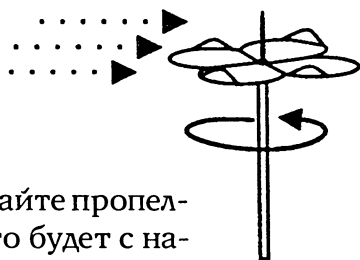
# ПРОПЕЛЛЕР

Вам понадобятся. Почтовая открытка, ручка, соломинка, ножницы, скотч, зубочистка.

**Нужно сделать.** Вырежьте из открытки самый большой квадрат. Сложите его вчетверо (рис. 1). Нарисуйте лопасть на верхней четвертушке (рис. 2). Вырежьте из сложенного квадрата лопасть. При этом нужно убедиться, что центры всех четвертушек совпадают. Раскройте полученную фигуру (рис. 3). Проткните центр фигуры и вставьте в дырочку зубочистку до середины. Согните немного края лопастей, причем все в одну сторону. Конец зубочистки вставьте в соломинку. Подуйте на лопасти пропеллера. Лопасти и зубочистка будут вращаться, а соломинка будет оставаться неподвижной.



**Что происходит.** Лопасти пропеллера вращаются, когда вы на них дуете, так как повернуты в одну сторону.



**Продолжаем опыт.** Испытайте пропеллеры разных размеров. Что будет с направлением движения, если вы измените загиб лопастей в противоположную сторону? Влияет ли степень загиба лопастей на способность пропеллера к вращению?

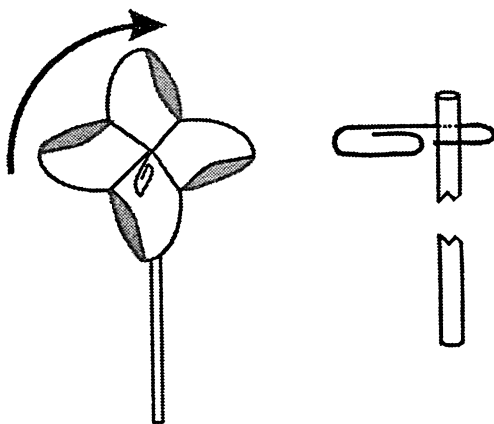
## ВЕРТУШКА НА ПАЛОЧКЕ

Вам понадобятся. Бумажный квадрат со сторонами от 6 до 10 см, скрепка, соломинка, ножницы.

**Нужно сделать.** Вырежьте вертушку, сложив вчетверо квадрат, как в предыдущем опыте. Загните уголки лопастей. Разогните одну сторону скрепки. Воткните конец скрепки сначала в центр вертушки, а затем в конец соломинки (см. рисунок). Согните конец скрепки еще раз, чтобы она не вывалилась из соломинки. Ваша вертушка готова! Если вы подуете на нее, она будет вращаться. А лучше всего вынести вертушку на улицу в ветреный день.

**Что происходит.** Вертушка крутится, потому что лопасти загнуты в одну сторону: когда ветер сталкивается с ними, вертушка начинает крутиться.

**Продолжаем опыт.** Измените углы загиба лопастей. Измените размер лопастей. Какой размер и форма лучше?

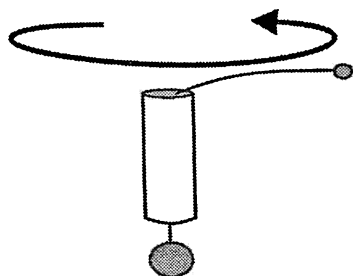


## ВРАЩЕНИЕ ШАРИКОВ С ПОМОЩЬЮ КАРТОННОЙ ТРУБКИ

---

Вам понадобятся. Картонная коробка из-под чипсов, бумага, шнурок, ножницы, скотч.

Нужно сделать. Скомкайте два бумажных шарика размером примерно с кулак, но один больше другого. Отрежьте шнурок длиной 60 см. Снимите крышку с коробки из-под чипсов и отрежьте



дно. Пропустите шнурок в трубку так, чтобы с обоих концов выступали куски одинаковой длины. Прикрепите бумажные шарики к разным концам шнурка. Большой и тяжелый шарик будет падать вниз и тащить маленький легкий шарик, притягивая его к вершине трубки. Теперь покрутите трубку. Маленький шарик начнет описывать круги вокруг трубки, а большой шарик при этом будет подниматься вверх и прижиматься к основанию.

Что происходит. Происходит это потому, что центробежная сила, действующая на маленький шарик, больше разности весов большого и маленького шариков. Чем быстрее вращение шнурка с шариком вокруг трубки, тем быстрее и сильнее будет подниматься большой шарик.

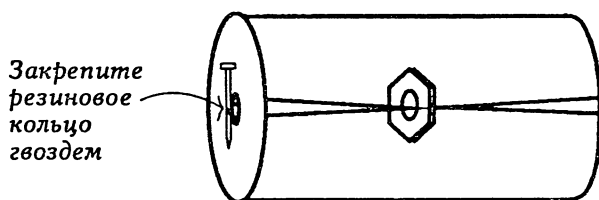
Продолжаем опыт. Измените размер (и вес) шариков. Насколько легким должен быть маленький шарик, прежде чем он окажется неспособным тянуть большой шарик?



## «БУМЕРАНГ» ИЗ КОРОБКИ ОТ ЧИПСОВ

Вам понадобятся. Цилиндрическая картонная коробка от чипсов (например, «Pringles») с крышкой, шариковая ручка, большое резиновое кольцо, тяжелый металлический предмет, такой как болт или гайка, 2 гвоздя или 2 скрепки для бумаги.

Нужно сделать. Ручкой или гвоздем сделайте дырочки в центрах крышки и доньшка коробки. Посередине резинового кольца укрепите болт или гайку и поместите его в коробку. Закройте крышку и закрепите кончики резинового кольца снаружи, продев гвозди или скрепки в его наружные петельки и приклеив их. Теперь покатайте коробку по полу. Откатившись от вас, коробка вернется обратно!



Что происходит. Когда коробка катится вперед, резиновое кольцо удерживается посередине инерцией груза и закручивается, накапливая энергию. После остановки закрученное резиновое кольцо передает энергию обратно коробке и заставляет ее катиться к вам.

Продолжаем опыт. Используйте предметы разного веса внутри коробки и резиновые кольца разного размера и формы. Попробуйте использовать несколько резиновых колец одновременно.

# Шумелки и сопелки

## СКОМКАННАЯ БУМАГА

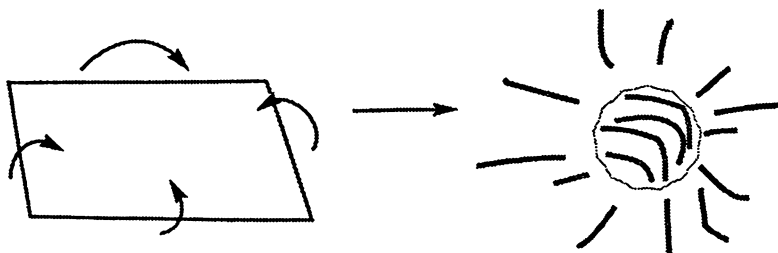
---

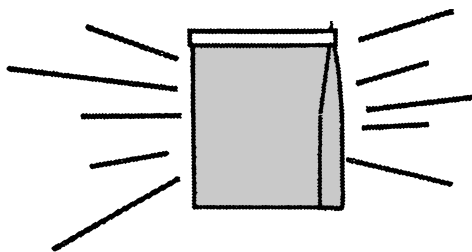
Вам понадобятся. Любая бумага.

**Нужно сделать.** Медленно скомкайте лист тетрадной бумаги. Прислушайтесь к звуку, который она издает. Теперь скомкайте второй тетрадный лист, но быстрее. Издаваемый бумагой звук будет громче.

**Что происходит.** Звук возникает, когда волокна бумаги трутся друг о друга. Чем более ломкая бумага и чем быстрее вы ее комкаете, тем громче звук.

**Продолжаем опыт.** Скомкайте несколько листов бумаги разного типа. Какой тип более шумный?





## **ХЛОПУШКА ИЗ БУМАЖНОГО ПАКЕТА**

---

**Вам понадобятся.** Пакет из грубой бумаги (крафта) среднего или большого размера, скотч.

**Нужно сделать.** Суньте руку в пакет среднего размера и расправьте его. Заклейте скотчем верхние края. Положите пакет на пол и быстро прыгните на него. Пакет громко хлопнет.

**Что происходит.** Когда на пакет наступают и он разрывается, внезапно вырвавшийся из него воздух издает тот звук, который вы слышите. Чем быстрее выходит воздух, тем громче звук.

**Продолжаем опыт.** То же самое проделайте с большим пакетом. Звук при разрыве большого пакета громче?

## ВЗРЫВ ПАКЕТА ИЗ-ПОД СОКА

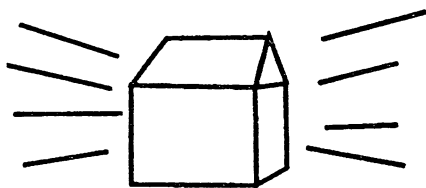
---

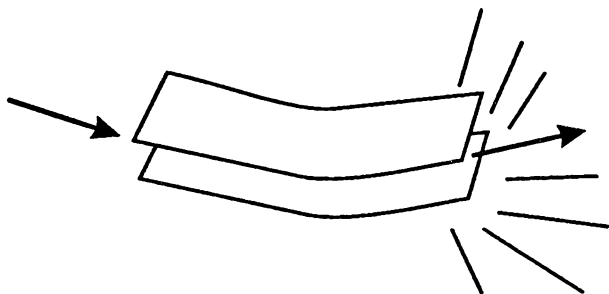
Вам понадобятся. маленький (200—500 г) пакет из-под сока или молока.

**Нужно сделать.** Закройте верхнюю часть пустого пакета. Положите его на твердую поверхность, например на кафельный пол или тротуар. Быстро ударьте пакет ногой. Он очень шумно «взорвется».

**Что происходит.** Звук «взрыва» производится быстро выходящим воздухом. Чем быстрее выходит воздух и чем его больше, тем громче звук. Пакеты из-под молока или сока издают более громкий звук, чем бумажный пакет, так как они более жесткие.

**Продолжаем опыт.** Прodelайте то же самое с большим пакетом (1—2 л). Когда вы наступите на него, издаст ли он более громкий звук, чем маленький пакет?





## ЖУЖЖАЩИЕ ЛИСТЫ БУМАГИ

---

**Вам понадобятся.** 2 листа писчей бумаги.

**Нужно сделать.** Расположите 2 листа писчей бумаги друг над другом. Держите их за края перед губами. Подуйте между ними. Вы услышите жужжащий звук.

**Что происходит.** Листы бумаги притягивают друг друга, так как давление воздуха, движущегося между ними, ниже давления воздуха вокруг листов. Листы притягиваются и отталкиваются друг от друга несколько раз за секунду. И это повторяющееся действие вызывает жужжащий звук.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать бумагу разного типа, разного размера, веса и жесткости. Какая из них издает самый громкий звук?

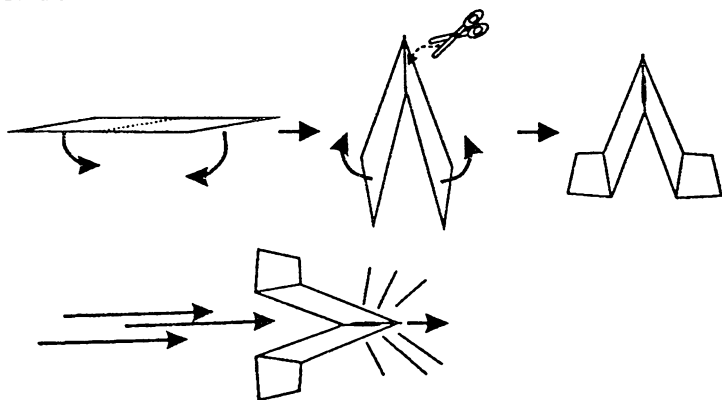
## СКРИПУЧИЙ СВИСТОК

Вам понадобятся. Бумага ( $4 \times 10$  см), ножницы.

**Нужно сделать.** Сложите полоску бумаги посередине, поперек длинной стороны и придайте ей V-образную форму. Каждая сторона вашей фигурки будет длиной 5 см. Отогните на концах по 1 см. Вырежьте в центре фигурки щель длиной 1 см. Прижмите отогнутые концы к губам и подуйте внутрь. Вы услышите отвратительный, скрипучий звук.

**Что происходит.** Бумажный свисток вибрирует, когда воздух проходит между боковыми сторонами бумажной полоски и через щель в его середине. Так как давление движущегося воздуха ниже давления неподвижного воздуха, противоположные стороны полоски и края щели притягиваются друг к другу. А скрипучий звук возникает из-за повторяющегося соприкосновения сторон и краев бумаги и щели при их быстром притяжении и отталкивании.

**Продолжаем опыт.** Используйте разные размеры и типы бумаги и посмотрите, какой из них лучше свистит?



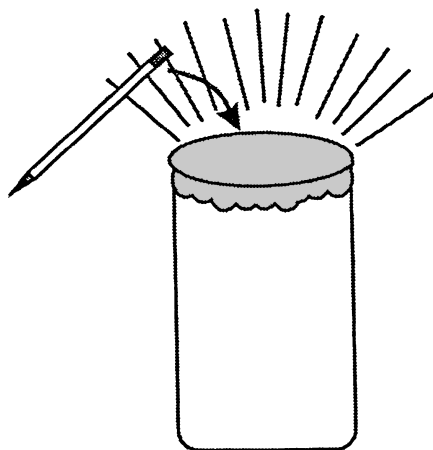
## БАРАБАН ИЗ КАРТОННОЙ КОРОБКИ

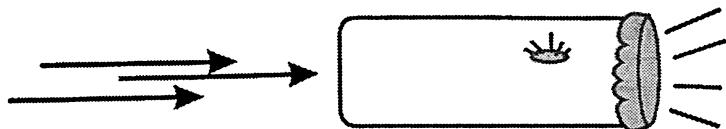
Вам понадобятся. Цилиндрическая картонная коробка из-под чипсов «Pringles», пластиковая упаковочная пленка, резиновое кольцо или скотч, карандаш или ручка.

**Нужно сделать.** Снимите крышку с коробки из-под чипсов. Вместо крышки закройте коробку пластиковой пленкой. Плотнo прижмите пленку и закрепите ее резинкой или скотчем. Осторожно ударяйте по пленке карандашом или ручкой: вы услышите барабанную дробь.

**Что происходит.** Когда вы стучите по пластиковой пленке, кинетическая энергия движущегося карандаша или ручки превращается в звук, т. е. в энергию колебаний воздуха.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте закрыть пластиковой пленкой другой сосуд, например стакан или банку. Они звучат также? Какой из них звучит громче?





## КАРТОННАЯ МУЗЫКАЛЬНАЯ ИГРУШКА

---

**Вам понадобятся.** Цилиндрическая картонная коробка из-под чипсов, воощеная бумага, резиновое кольцо, ножницы.

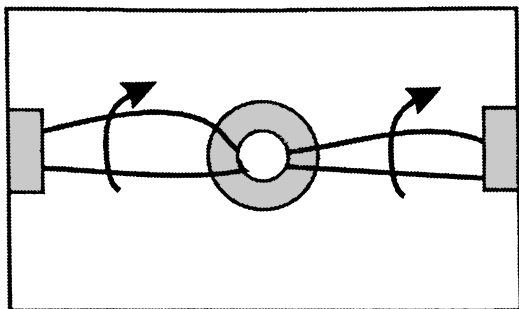
**Нужно сделать.** Отрежьте дно коробки. Снимите с коробки крышку, вырежьте недалеко от верха дырочку и закройте коробку вместо крышки воощеной бумагой. Прикрепите воощеную бумагу резиновым кольцом. Подуйте в другой конец коробки. Вы услышите жужжащий звук. Меняя высоту вашего голоса, вы можете сыграть мелодию на этом инструменте.

**Что происходит.** Воздух, задуваемый с одной стороны, выходит с другой через воощеную бумагу. Эта бумага вибрирует, издавая звук. Дырочка помогает регулировать поток воздуха. Чем больше дырка, тем меньше воздуха проходит через воощеную бумагу.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте другой тип бумаги, например папиросную или газетную. Какой тип бумаги дает более громкий звук?



## СЮРПРИЗ ШЛЕПАЮЩЕЙ ШАЙБЫ



Вам понадобятся. Почтовая открытка ( $8 \times 13$  см), металлическая шайба, 2 резиновых кольца, скотч.

**Нужно сделать.** Протяните две петельки резиновых колец через металлическую шайбу. Прикрепите свободные концы резиновых колечек к открытке ( $8 \times 13$  см). Покрутите шайбу, пока резиновое колечко не натянется. Аккуратно положите открытку в конверт, запечатайте его и отдайте другу. Когда друг откроет конверт, ваш сюрприз с закрученной шайбой выскочит и наделает много шума!

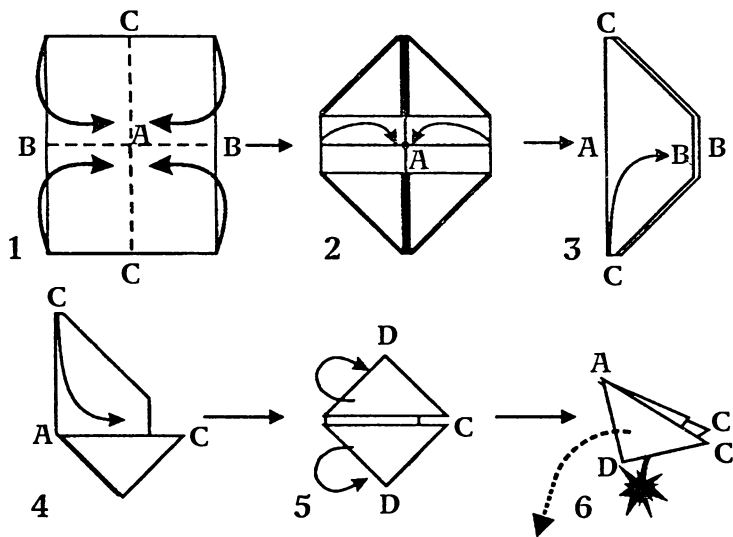
**Что происходит.** Когда открытку вынимают из конверта, шайба и резиновое кольцо уже не удерживаются конвертом, высвобождаются и начинают раскручиваться. Громкий трескучий звук, который вы слышите, издает шайба, когда она быстро шлепает по открытке.

**Продолжаем опыт.** Спрячьте «сюрприз» в другое место, например под книгу, под тарелку или под подушку. Посмотрите, как испугается человек, когда найдет его.

## БУМАЖНАЯ ХЛОПУШКА

Вам понадобятся. Легкая писчая бумага размером 22 × 28 см.

Нужно сделать. Сложите тонкий лист писчей бумаги вчетверо (рис. 1), а затем разверните его. Сложите все четыре угла так, чтобы они сошлись вдоль длинной средней линии (рис. 2). Сложите лист пополам вдоль длинной стороны, чтобы треугольники оказались внутри (рис. 3). Отогните нижний угол вправо (рис. 4). Отогните вниз верхний угол, чтобы он встретился с уже отогнутым нижним углом (рис. 5). Отогните треугольники наружу и соедините друг с другом углы D, как на рис. 6. Держа два угла C вместе большим и указа-



тельным пальцами, сделайте быстрое движение рукой вниз, как будто ударяете что-то хлопушкой. Громко хлопнув, хлопушка расправится.

**Что происходит.** Когда бумага внезапно ударяется о воздух, кинетическая энергия бумаги превращается в звуковую энергию. Чем больше бумага, тем громче звук! После каждого хлопка вновь аккуратно сложите бумагу и выровняйте края. Так вы можете несколько раз использовать одну и ту же бумагу для хлопушки, пока она не порвется. Если с первой попытки ваша хлопушка не начала хлопать, ослабьте «карман» внизу хлопушки, расправив и сложив его свободнее.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать другой тип и размер бумаги, например газетную бумагу или оберточную (нарезав ее на кусочки). Лучшая хлопушка получается из плотной бумаги. Она держит форму и громко хлопает.

---

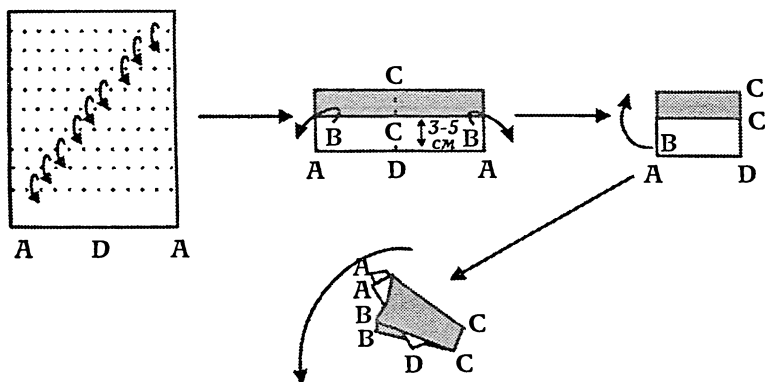
---

## **БУМАЖНАЯ ТРЕЩОТКА**

---

**Вам понадобятся.** Лист тонкой писчей бумаги размером 22 × 28 см.

**Нужно сделать.** Сложите лист бумаги в складочку, полосками шириной 2,5 см. Складки располагайте вдоль короткой стороны. Прекратите складывать лист, когда до конца останется 3—5 см. Согните сложенную часть листа вместе с несложенным его концом пополам. Точки А и А и точки В и В нужно совместить, а складки должны оказаться снаружи. Держа угол D в одной руке, поднимите углы А и А над В и В, пока не получится



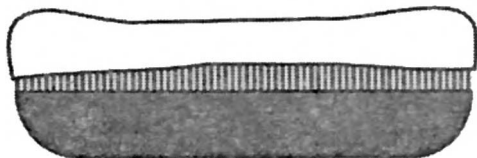
фигурка, похожая на показанную на рисунке. Держа кончики В и В между большим и указательным пальцами, резко дерните трещотку вниз. Когда воздух попадет в кармашки, образованные парами А-В, трещотка быстро распрямится, издав громкий треск.

**Что происходит.** Когда бумага сталкивается с воздухом, кинетическая энергия бумаги превращается в звуковую энергию. Чем больше бумага, тем громче звук! После каждого использования аккуратно сложите трещотку и выровняйте сложенные края. Это поможет вам использовать эту бумагу несколько раз, пока она совсем не порвется.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать другой тип и размер бумаги, например газетную или грубую оберточную, нарезав ее на листы. Из больших страниц газетной бумаги получаются очень хорошие трещотки, издающие громкий звук.

## ДУХОВОЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИЗ РАСЧЕСКИ

---



Вам понадобятся. Расческа (ручка, карандаш или палец), вощёная бумага.

**Нужно сделать.** Сложите вощёную бумагу пополам и поместите внутрь нее расческу. Приоткрыв рот, приложите губы к бумаге и подудите. Расческа начнет петь.

**Что происходит.** Когда бумага вибрирует между вашими губами и расческой, возникают звуковые волны. Чтобы сыграть мелодию, меняйте высоту голоса, когда дуете.

**Продолжаем опыт.** Вместо расчески вы можете использовать другой предмет, например ручку или карандаш или даже ваш палец. Если бумага прилипла к вашим губам, то она будет вибрировать даже после того, как вы уберете расческу, карандаш или ручку.

## АРФА ИЗ РЕЗИНОВЫХ КОЛЕЦ И БУМАЖНОЙ ТАРЕЛКИ

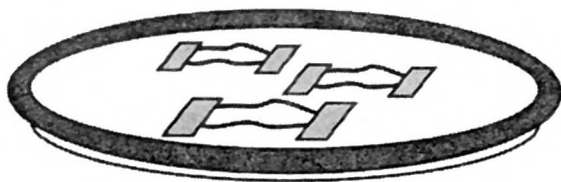
---

**Вам понадобятся.** Бумажная тарелка, 3—6 резиновых колец, скотч.

**Нужно сделать.** Прикрепите концы нескольких резиновых колец к бумажной тарелке. Тарелку слегка согните, чтобы туже натянуть кольца. По-дергайте резиновые кольца для создания звука.

**Что происходит.** Когда вы щиплите кольца, создается вибрация. Вибрация по воздуху передается в ваше ухо. Чем туже натянуты резинки, тем выше звук.

**Продолжаем опыт.** Используйте резиновые кольца разной длины и толщины. Как это влияет на издаваемый звук? Звук выше или ниже того, который вы получили при первом опыте?



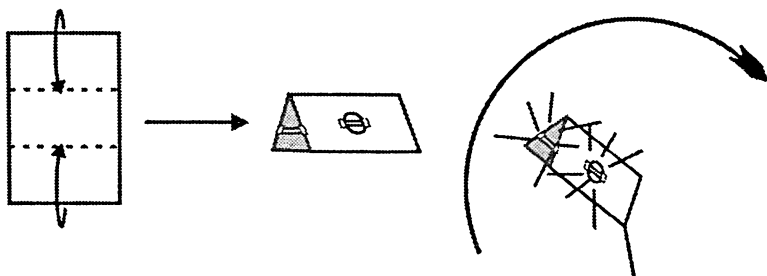
## БУМАЖНАЯ ВЕРТЯЩАЯСЯ ЖУЖЖАЛКА

Вам понадобятся. Три больших ( $13 \times 20$  см) почтовых открытки, веревка, резиновые кольца, скотч, ножницы, циркуль.

**Нужно сделать.** Положите три открытки вплотную друг к другу длинными сторонами. Скрепите их края. Сложите стопку из открыток втрое и соедините края так, чтобы получилась треугольная фигурка (как палатка). В каждой из трех стенок фигурки вырежьте дырочку диаметром 2—3 см. Растяните и закрепите резиновые кольца поперек каждой дырочки и поперек открытых торцов фигурки. Привяжите веревочку длиной 60 см к одному из углов фигурки. Возьмитесь за свободный конец веревочки и быстро раскрутите фигурку над головой. Фигурка будет жужжать и посвистывать.

**Что происходит.** Когда воздух быстро проходит через кольца и над ними, кольца начинают вибрировать. И эта вибрация переносится воздухом в виде звуковых волн. Вы слышите их как жужжание или свист.

**Продолжаем опыт.** Что происходит со звуком, когда вы ускоряете раскручивание? Становится ли он громче? Становится ли тон выше или ниже?



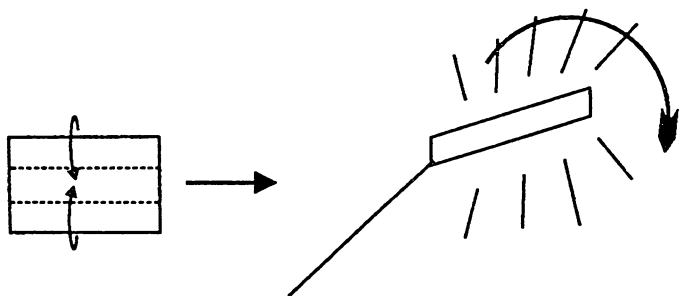
## БУМАЖНЫЙ РЕВУН

**Вам понадобятся.** Три больших ( $13 \times 20$  см) почтовых открытки, веревка, скотч, ножницы.

**Нужно сделать.** Сложите три открытки и скрепите их края вместе. Согните стопку вдоль и сделайте длинную, тонкую, но жесткую полоску. Прикрепите к уголку полоски веревочку длиной 60—90 см. Это и есть ревун. Чтобы его услышать, возьмитесь за свободный конец веревки и покрутите ревун над головой.

**Что происходит.** Когда края полоски из открыток ударяются о воздух, они вибрируют, издавая звуки, которые вы слышите.

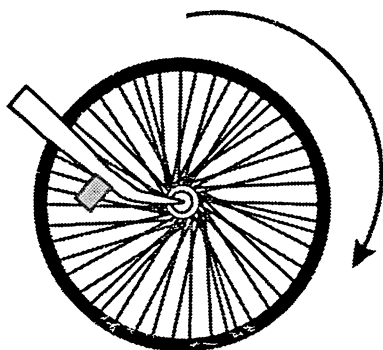
**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать открытки меньшего размера. Они режут тише? Сделайте ревун большего размера, добавив несколько открыток и скрепив их концами. Этот ревун ревет громче, чем первый, или нет?





## «ПАЛКИ» В ВЕЛОСИПЕДНЫЕ КОЛЕСА

Вам понадобятся. Игральные карты или почтовые открытки, скотч.



Нужно сделать. Прикрепите игральные карты или открытки, обрезанные до размера игровых карт, к металлическим вилкам переднего и заднего колес велосипеда. Для надежности используйте плотный скотч. Убедитесь, что карты прикреплены так, что

смотрят в сторону, обратную направлению вращения колеса. Когда колесо поворачивается, кончик карты попадает в спицы. Колесо поворачивается дальше, и кончик высвобождается. Пытаясь вернуться к своему первоначальному положению, карта ударяется о следующую спицу, издавая громкий звук. Когда спицы быстро бьют по карте, получается громкий «стреляющий» звук, превращающий велосипедный звук в мотоциклетный.

**Что происходит.** Звук происходит из-за вибрации карт, когда они бьют по велосипедным спицам. Эти вибрации производят звуковые волны.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать карты разного размера и формы. Какие из них дают более громкий звук? Попробуйте ехать на велосипеде с разной скоростью. При какой скорости получается лучший звук?



## ТЕЛЕФОН ИЗ БУМАЖНЫХ СТАКАНОВ

---

Вам понадобятся. 2 бумажных стакана, шариковая ручка, 2 скрепки для бумаги, веревка длиной 90—180 см, скотч, ножницы.

Нужно сделать. Шариковой ручкой сделайте дырочки в центре доньшка бумажных стаканов. Протолкните в каждую дырочку снаружи концы веревки длиной 90—180 см. Стаканы при этом должны быть обращены друг другу доньшками. Внутри каждого стакана прикрепите концы веревки к скрепкам, а скрепки скотчем закрепите на дне стаканов. Используйте крепкий скотч. Вместе с другом возьмите по стакану и разнесите их на расстояние длины веревки, так чтобы она натянулась. Поговорите в один из стаканов. Стоящий у другого конца человек будет слышать вас через веревку, приложив стакан к уху. Теперь у вас есть собственный телефон!

Что происходит. Когда вы говорите в один из стаканов, звук вдоль веревки переносится к другому стакану. Звук превращается в вибрацию веревки у основания первого стакана. А эта вибрация веревки превращается опять в звуковые волны, когда приходит ко второму стакану.

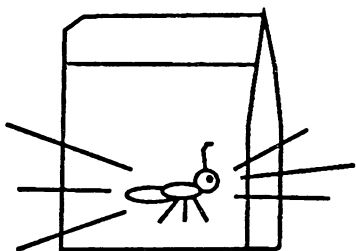
Продолжаем опыт. Создайте многоканальный телефон, добавив несколько веревок и стаканов. Вережки нужно привязывать к центру первой линии.

## БУМАЖНЫЙ ПАКЕТ УСИЛИВАЕТ ЗВУКИ НАСЕКОМЫХ

---

Вам понадобятся. Пакет из оберточной бумаги, скотч, насекомое.

**Нужно сделать.** Поместите насекомое, например, муху или жучка, в пакет из оберточной бумаги. Заклейте пакет. Положите пакет набок и сверху осторожно прижмите к нему ухо. Вы услышите, как внутри ползает или жужжит насекомое!



**Что происходит.** Поверхность пакета работает как усилитель звуков, издаваемых вашим насекомым в пакете. Это происходит потому, что поверхность пакета гораздо больше поверхности ног

жучка. Вибрация его ног передается всей поверхностью пакета и превращается в звуковые волны.

**Продолжаем опыт.** Посадите в пакеты разных насекомых. Какое насекомое издает самые интересные звуки? Звуки каких насекомых громче — ползающих или летающих?

**Предупреждение:** Ни одно насекомое в ходе вашего опыта не должно пострадать! После опыта верните насекомое в место его обитания!

# Топологические опыты\*

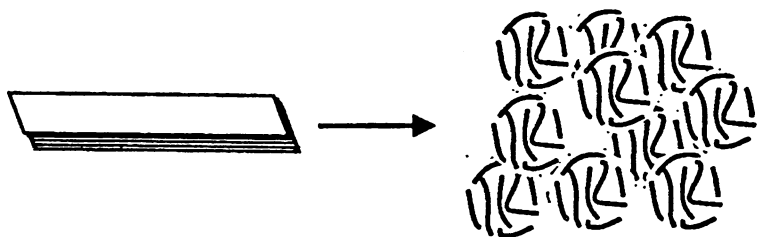
## БУМАЖНЫЕ ШАРИКИ

Вам понадобятся. 10—20 листов макулатуры.

Нужно сделать. Положите в ящик 10—20 листов макулатуры, например газет. Заметьте, как мало места они занимают. Достаньте листы, скомкайте их и верните в тот же ящик. Шарики займут гораздо больше места!

Что происходит. Внутри бумажных шариков очень много воздуха, в то время как в листах его очень мало. Бумажные шарики более сжимаемы, чем листы. Эти свойства (легкость и сжимаемость) делают шарики из газетной бумаги прекрасным набивочным материалом для защиты содержимого посылок.

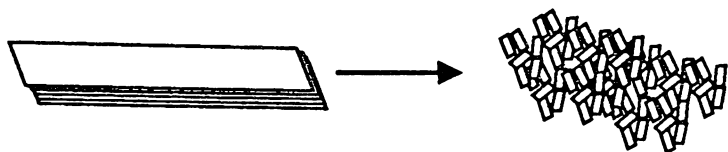
Продолжаем опыт. Какой тип бумаги занимает в скомканном виде больше всего места?



\*Топология — это раздел математики, изучающий свойства геометрических фигур, которые сохраняются при любых деформациях, например при растягивании или скручивании.

# КОНФЕТТИ

---



**Вам понадобятся.** 10—20 листов макулатуры, ножницы.

**Нужно сделать.** Положите в ящик от 10 до 20 листов макулатуры, например газет. Заметьте, как мало места они занимают. Достаньте газеты и нарежьте их на длинные тонкие полоски. Эти длинные полоски нарежьте на короткие кусочки. Эти маленькие кусочки бумаги называются конфетти. Положите конфетти в тот же ящик. Заметьте, что конфетти занимает больше места, чем листы бумаги.

**Что происходит.** Когда бумага нарезается на мелкие кусочки, между ними оказывается больше воздуха, чем между листами бумаги. Поэтому конфетти и занимает больше места, чем бумага, из которой ее нарезали.

**Продолжаем опыт.** Какой тип бумаги, если из него нарезать конфетти займет больше места? При падении вниз конфетти из какой бумаги падает дольше?

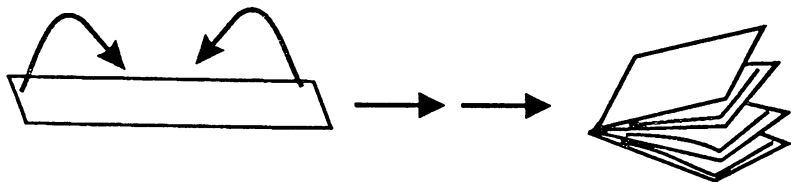
## СГИБАНИЕ БУМАГИ

Вам понадобятся. Лист бумаги.

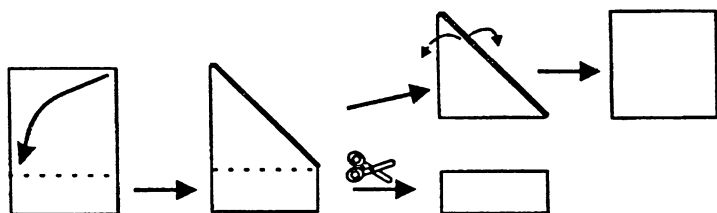
Нужно сделать. Сверните лист бумаги пополам, потом вчетверо, потом еще раз и так до тех пор, пока сможете. Сколько раз вы сможете свернуть бумагу? Будет ли для вас неожиданностью, что в какой-то момент вы не сможете еще раз сложить бумагу?

Что происходит. Для любого куска бумаги существует предел, после которого согнуть его невозможно. Этот предел не зависит от размера бумаги: обычно бумагу можно согнуть 9 раз. Это происходит из-за того, что у центрального сгиба бумага становится слишком толстой и больше не сгибается. Вы заметите, что после пары сгибаний угол между внешними частями согнутой бумаги становится все больше и больше. Вначале этот угол равен 0 градусов, затем он увеличивается примерно до 90 градусов, и тогда согнуть бумагу еще раз становится невозможно.

Продолжаем опыт. Попробуйте сгибать толстую и тонкую бумагу. Сколько раз вы можете согнуть ее? Сможете ли вы согнуть большой лист бумаги сильнее, чем маленький?



## ВЫРЕЗАТЬ КВАДРАТ



Вам понадобятся. Бумага, ножницы.

**Нужно сделать.** Вы легко сможете вырезать квадрат из любого прямоугольника. Для этого положите его короткой стороной к себе. Возьмитесь за верхний, например правый угол листа, и сложите его влево вниз, так чтобы верхняя короткая кромка листа легла вдоль левой длинной его кромки. При этом вверху листа получится угол 45 градусов. Отрежьте лишний однослойный кусок снизу. Раскройте полученный треугольник. У вас получится отличный квадрат!

**Что происходит.** Квадрат — это прямоугольник, все стороны которого равны. Когда вы берете один из углов прямоугольника и прижимаете его к противоположной стороне, он прижимается к той точке длиной стороны, которая отсекает от нее кусок, равный короткой стороне прямоугольника. У вас получается треугольник. Когда вы отрезаете лишний кусок бумаги и раскрываете треугольник, вы получаете квадрат.

**Продолжаем опыт.** Какой самый большой и какой самый маленький квадрат вы можете вырезать? Попробуйте разные типы бумаги, чтобы проверить, из какой бумаги получается самый лучший квадрат.

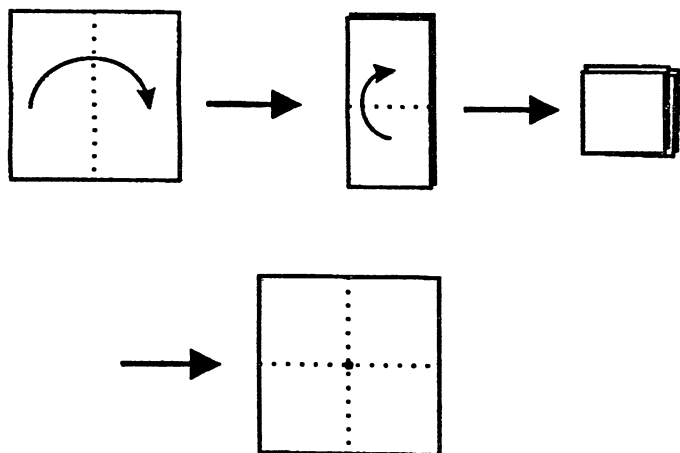
## НАЙТИ ЦЕНТР

Вам понадобятся. Квадратный лист бумаги.

**Нужно сделать.** Вы можете найти центр квадратного куска бумаги, сложив ее пополам и затем еще раз пополам. Раскройте квадрат, и вы увидите центр — это точка, где пересекаются все сгибы.

**Что происходит.** Центр — это точка, равноотстоящая от всех сторон геометрической фигуры. Так как у квадрата все четыре стороны равны, то, складывая его вчетверо, вы можете быть уверены, что все четыре стороны будут равноудалены от центра (от места, где все сгибы пересекаются под прямым углом).

**Продолжаем опыт.** Попробуйте найти центр не-квадратного куска бумаги. Начните с прямоугольника и окружности, затем возьмите фигуры неправильной формы. Для какой из них вам удалось найти центр? У какой фигуры центр не нашелся?

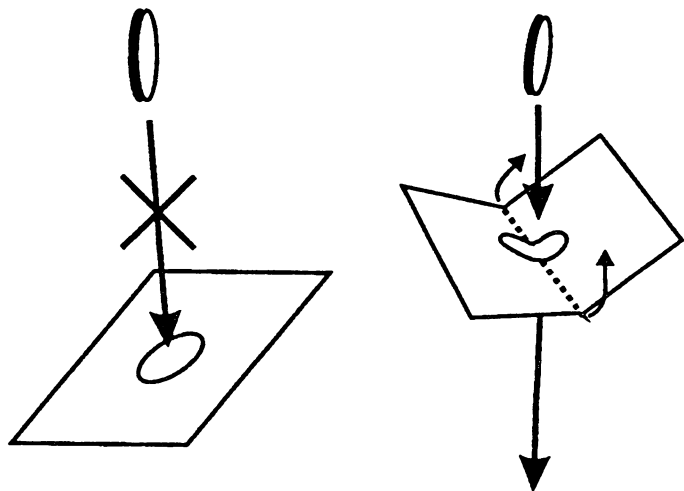




## ПРОТАЛКИВАНИЕ МОНЕТЫ ЧЕРЕЗ ДЫРОЧКУ В ЛИСТЕ БУМАГИ

---

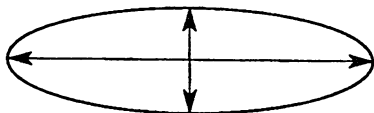
Вам понадобятся. Лист тетрадной бумаги, две монеты разного размера (например, 10- и 50-копеечные монеты), ручка или карандаш, ножницы.



Нужно сделать. Возьмите две монеты, например 10-копеечную (она меньше) и 50-копеечную (она больше). Положите 10-копеечную монету на лист бумаги и карандашом или ручкой обведите ее контур. Вырежьте по контуру дырочку размера 10-копеечной монеты. Попробуйте протолкнуть в эту дырочку 50-копеечную монету, не порвав при этом бумагу. У вас ничего не получится. Но согнув бумагу пополам вдоль центра дырочки, вы легко сможете протолкнуть эту монету. Нужно держать лист в сложенном пополам состоянии и, поддерживая его с внешней стороны у сгиба, осторожно проталкивать монету.

**Что происходит.** При сгибании листа бумаги дырка становится достаточно большой и приспособляется к диаметру большой монеты. Хотя длина окружности дырки не меняется, ее деформирование в эллипс, в котором одна ось (расстояние от одного края эллипса до другого, проходящее через центр), длиннее другой, позволяет протолкнуть монету. Большая ось эллипса больше диаметра монеты. А так как монета тоньше малой оси эллиптической дырочки, она может пройти сквозь нее.

**Продолжаем опыт.** Насколько мала должна быть дырочка, чтобы большая монета не смогла пройти через нее? Насколько велика должна быть разница в размерах монет? Попробуйте протолкнуть в дырочку другие маленькие, круглые, плоские предметы, например шашки. Могут ли сферические предметы, такие как стеклянные шарики, пройти через дырочку? Почему да или почему нет?



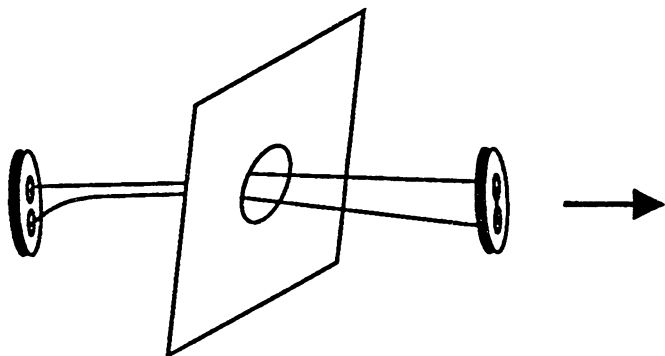
Эллипс; показаны его большая и малая оси.

## ШНУРОК И ЛОВУШКА ДЛЯ ПУГОВИЦ

---

Вам понадобятся. 2 пуговицы или монеты, шнурок, бумага, ножницы, скотч.

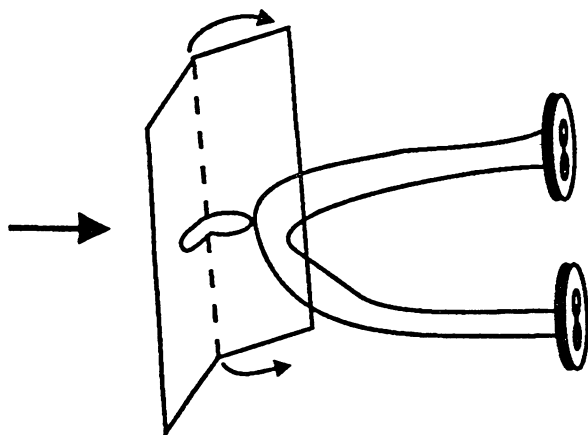
Нужно сделать. Прикрепите пуговицы или монеты к концам шнурка длиной 30 см. В листе бумаги вырежьте дырочку, диаметр которой немного меньше диаметра пуговицы (монеты). Попробуйте протолкнуть одну из пуговиц в дырочку. Вы не сможете сделать это, если не сложите лист пополам по центру дырочки. Пуговицу на конце шнурка можно потянуть с другого конца и вытянуть ее через дырку к другой пуговице, если при этом бумага сложена пополам.



Что происходит. Когда вы складываете лист, дырка становится достаточно большой и приспособляется к диаметру пуговицы. Хотя длина окружности дырки не меняется, ее превращение в эллипс, у которого одна ось (расстояние от одного края эллипса до другого, проходящее через центр) длин-

нее другой, позволяет протолкнуть пуговицу. Большая ось эллипса больше диаметра пуговицы. А так как пуговица тоньше малой оси эллиптической дырочки, она может проскользнуть в нее.

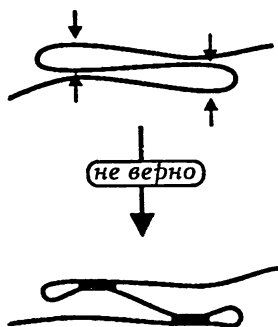
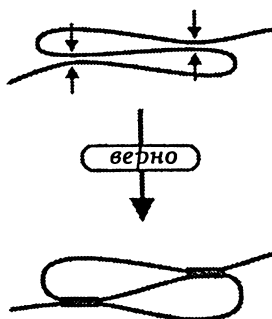
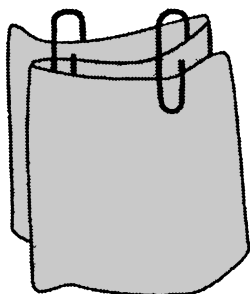
Продолжаем опыт. Как мала должна быть дырочка, чтобы пуговица не смогла пройти через нее? Попробуйте протолкнуть в дырочку другие маленькие, круглые, плоские предметы, например шашки.



## ТРЮК С БАНКНОТОЙ И СКРЕПКАМИ

Вам понадобятся. Банкнота (десятирублевая) или плотная бумага равного ей размера (примерно  $6,5 \times 15$  см), две большие скрепки для бумаги.

Нужно сделать. Согните банкноту вдвое по длине, придав ей форму буквы S. Одной скрепкой скрепите один конец банкноты с центральной частью, а второй скрепкой скрепите второй конец банкноты с той же центральной частью. Каждая



скрепка должна держать два слоя банкноты, а не три. Убедитесь, что скрепки закрепили слои банкноты так, как показано на *верном* рисунке. Возьмитесь двумя руками за концы банкноты и, потянув в разные стороны, быстро ее распрямите. Скрепки соско-

чат с банкноты, но при этом окажутся сцепленными друг с другом. Легким движением рук, не прикасаясь к скрепкам, вы волшебным образом скрепили их друг с другом!

**Что происходит.** При таком способе закрепления скрепок в момент распрямления банкноты одна из скрепок вынуждена проскользнуть в петлю второй скрепки и сцепиться с ней. Чтобы понаблюдать, как это происходит, попробуйте расправить банкноту медленно и осторожно.

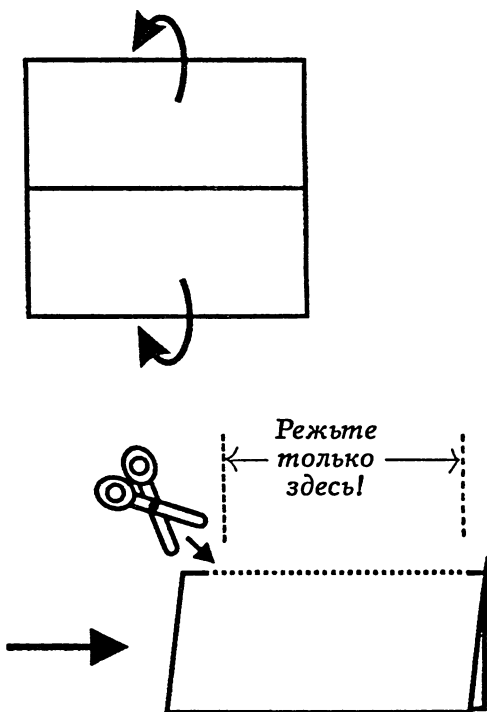
**Продолжаем опыт.** Попробуйте другие типы и размеры и бумаги и скрепок. С какими из них трюк получается легче?

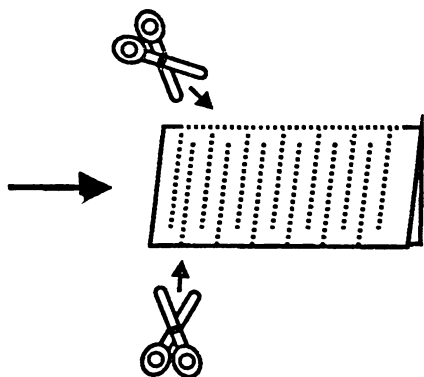
## НЕВЕРОЯТНО РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ЗИГЗАГООБРАЗНАЯ ПЕТЛЯ

---

Вам понадобятся. Лист тетрадной бумаги или лист немного большего размера, ножницы.

**Нужно сделать.** Сложите лист бумаги пополам вдоль длинной стороны. Разрежьте складку в центре, но не до концов: с каждого конца оставьте неразрезанными по 1 см. Теперь вырежьте тонкие щели в свернутом и несвернутом краях бумаги, то с одного края, то с другого. Начинайте резать с той точки, где вы остановились, разрезая складку. Резать нужно оба слоя бумаги вместе и следить,





чтобы края с каждой стороны оставались неразрезанными примерно по 1 см. Развернув бумагу, вы обнаружите петлю, в которую вы вместе с одним или даже двумя друзьями сможете пролезть!

**Что происходит.** Вырезая длинные непрерывные извилистые дорожки в бумаге, вы создаете «дыру» (петлю), которая явно больше самой бумаги. Периметр (сумма длин сторон) листа, который вы начали резать, не позволяет вам вырезать в нем дыру, в которую бы вы поместились. Но длина бумажной петли не ограничивается первоначальным периметром. Вырезая зигзагообразные полосы в сложенном листе, вы создаете новый периметр, длина которого ограничена только шириной вырезаемых полосок. Чем уже полоски, тем длиннее периметр и больше дыра.

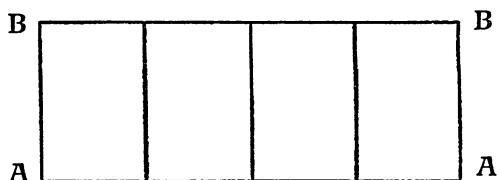
**Продолжаем опыт.** Хотя теоретически бумажную петлю можно сделать сколь угодно большой, ее размер ограничивается плотностью бумаги и аккуратностью резки. Чем уже полоски, тем вероятнее разрыв бумаги. Насколько большую петлю вы можете сделать, не порвав бумагу?



## ЛИСТ МЁБИУСА

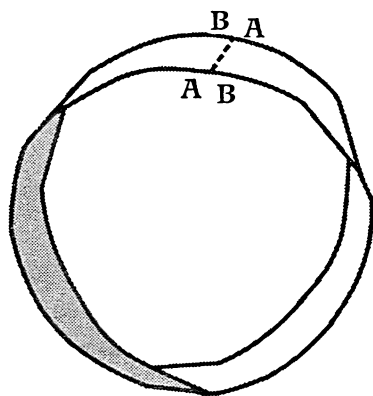
Вам понадобятся. 4 листа тетрадной бумаги, скотч, маркер.

Нужно сделать. Сложите 4 листа концами друг к другу и склейте. Переверните один конец этого длинного куска бумаги и приклейте его к лицевой стороне другого конца, соединив углы А с углами В (см. рисунок). Теперь у вас замкнутая петля с поворотом. Эта петля называется листом Мёбиуса. Маркером прочертите линию по центру петли:



ведите линию до тех пор, пока не вернетесь к точке, с которой начинали. Вы заметите, что линия идет по обеим сторонам петли! Вы не отрывали

маркер от бумаги, значит, петля имеет только одну сторону. Теперь разрежьте петлю вдоль этой центральной линии. Сколько петель у вас получилось? А сколько петель вы надеялись получить? Разрежьте и эту длинную петлю вдоль ее центральной линии. А те-



перь их сколько? А сколько должно было получиться? Вы не находите результат несколько необычным?

**Что происходит.** Топология (геометрия поверхности) объектов типа листа Мёбиуса совершенно необычна. Петля удивляет вас тремя особенностями. 1. У нее не две стороны, а одна! 2. При первом разрезании ее по центру получаются не две, как ожидается, петли, а одна длинная! 3. Разрезав эту длинную петлю еще раз, вы получаете две соединенные петли!

**Продолжаем опыт.** Разрежьте каждую из сцепленных петель посередине. Вы получили столько петель, сколько и ожидали? Сделайте еще один лист Мёбиуса. Теперь режьте его не посередине, а на две части с ширинами  $\frac{1}{3}$  и  $\frac{2}{3}$ . Еще один сюрприз? (Вы должны получить две отдельных петли, одна из которых в два раза длиннее другой!)

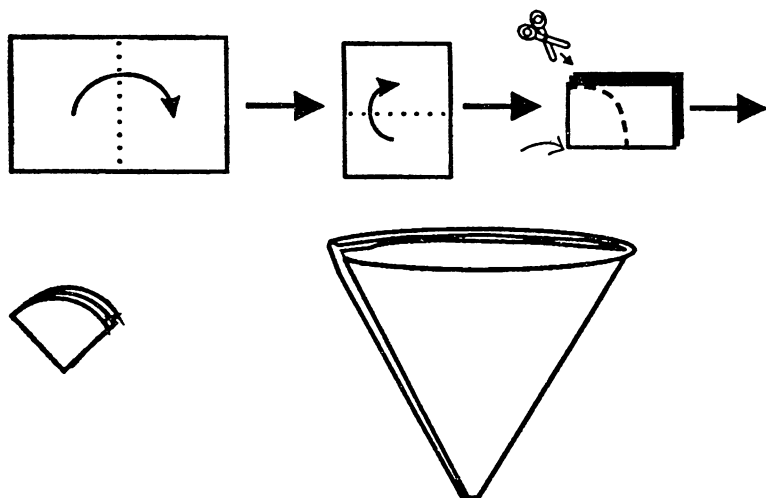
# Опыты с водой

## БУМАЖНЫЙ СТАКАН

Вам понадобятся. Большая почтовая открытка (12 × 20 см), вода.

**Нужно сделать.** Сложите открытку вчетверо, вырежьте четверть круга из сложенной открытки (см. рис.). Отделите один из внешних слоев от остальных, чтобы получилась чашечка в виде кулечка.

**Что происходит.** Основание кулечка (он получается, когда внешний слой отодвигается от остальных слоев) было центром открытки (С) до того, как ее начали складывать. Вода остается в бумажном кулечке до тех пор, пока не просочится сквозь бумагу.



**Продолжаем опыт.** До того как начать разрезать открытку, положите на нее воощеную бумагу или алюминиевую фольгу. Такой стакан с прокладкой из воощенной бумаги или алюминиевой фольги будет удерживать воду гораздо дольше.



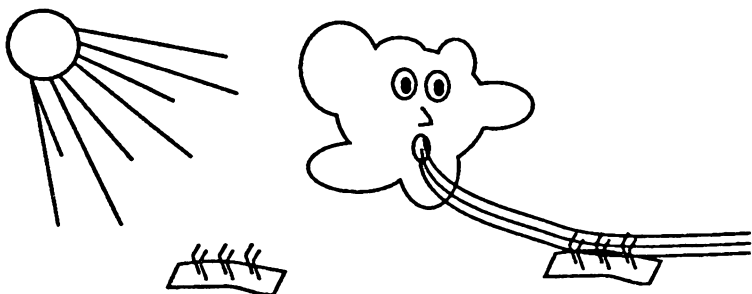
## **БУМАГА В ВОДЕ**

**Вам понадобятся.** Бумага разных типов, вода, миска.

**Нужно сделать.** Положите бумагу разных типов в миску с водой. Какая бумага тонет быстрее? Хорошо бы перепробовать: туалетную, папиросную, воощеную, писчую бумагу, бумажные полотенца и оберточную бумагу.

**Что происходит.** Чем больше бумага впитывает и чем она тоньше, тем быстрее она тонет. Бумагу производят, размолот древесину до кашицеобразного состояния, добавляют воду и некоторые компоненты, а затем удаляют лишнюю воду. Таким образом, добавляя воду, вы поворачиваете обратно процесс производства бумаги.

**Продолжаем опыт.** Бумага быстрее тонет в горячей воде или воде комнатной температуры? Быстро ли она утонет в ледяной воде?



## БУМАЖНОЕ ПОЛОТЕНЦЕ СОХНЕТ НА СОЛНЫШКЕ

---

**Вам понадобятся.** Бумажное полотенце, вода.

**Нужно сделать.** Вынесите во двор мокрое бумажное полотенце в солнечный день, а также в пасмурный день. В какой из этих дней полотенце высохнет быстрее? Сделайте такие же опыты в ветреный и спокойный дни.

**Что происходит.** Бумажное полотенце сохнет быстрее в солнечный, а не пасмурный день, потому что солнечное тепло приводит к испарению влаги. Теплая вода обладает большим давлением пара, чем холодная, поэтому она испаряется быстрее. Полотенце быстрее сохнет в ветреный, а не в спокойный день, потому что движущийся воздух быстрее уносит воду. Воздух вокруг влажного бумажного полотенца в спокойный день наполнен водяным паром, а в ветреный день пар уносится ветром.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте проделать такие же опыты в холодный зимний день, когда на земле лежит снег. Лед и снег тают быстрее в теплый и ветреный день или в холодный и безветренный?

## МОКРОЕ БУМАЖНОЕ ПОЛОТЕНЦЕ ОСТЫВАЕТ ОТ ВРАЩЕНИЯ

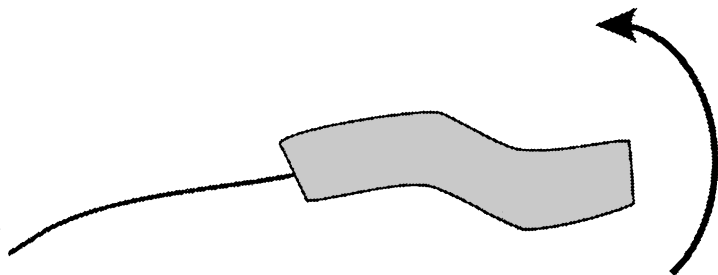
---

Вам понадобятся. Бумажное полотенце, веревка, водонепроницаемый скотч, вода.

Нужно сделать. Прикрепите кусок веревки к бумажному полотенцу водонепроницаемым скотчем. Покрутите полотенце над головой, держа за веревку. Стало ли полотенце холоднее? (Оно не должно стать холоднее, если оно не мокрое.) Теперь намотайте полотенце и покрутите его опять. Оно станет холоднее.

Что происходит. Воздух, обдувающий поверхность сырого полотенца, испаряет воду, пропитывающую полотенце. Чтобы вода испарялась, она должна поглощать тепло, исходящее от чего-то. Этим «чем-то» и является полотенце. Когда вода поглощает тепло для испарения, полотенце его теряет и становится холоднее.

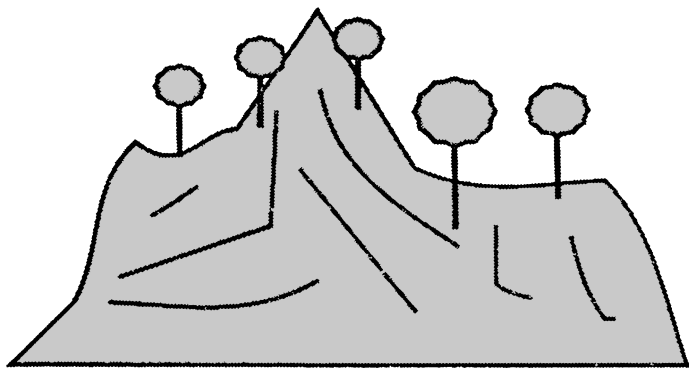
Продолжаем опыт. Если полотенце вращать быстрее, станет ли оно остывать быстрее или станет ли оно холоднее? Когда оно станет быстрее остывать — в теплый или холодный день? Когда оно остынет быстрее — перед дождем или после?



## ГОРЫ И ДЕРЕВЬЯ ИЗ ПАПЬЕ-МАШЕ

Вам понадобятся. Бумажные полотенца, канцелярский клей, кукурузный крахмал, вода, зубочистки, пластиковая миска.

**Нужно сделать.** Смешайте в пластиковой миске 4 столовые ложки крахмала с двумя столовыми ложками канцелярского клея. Добавьте примерно 4 столовые ложки воды и размешайте все это в густое желе. Разорвите бумажное полотенце на 4 равные части. Один из кусков полотенца положите в миску и пропитайте его густым желе. Придайте бумаге форму небольшой горы. Воткните в гору зубочистки: это деревья, растущие на горе. Чтобы ускорить высыхание, поместите миску с горой в микроволновую печь и включите ее на 30 секунд. Доставайте миску из печки каждые 30 секунд и проверяйте, высохла ли гора и прилипли ли к ней зубочистки. Нанижите на верхние части зубочисток крону деревьев из маленьких комочков полотенца, пропитанного густым клейким желе (это и есть папье-маше).



**Что происходит.** Клей и крахмал склеивают волокна бумаги. Вы легко сможете смастерить предмет любой формы из папье-маше. Когда предмет сохнет, он сохраняет форму и держит ее гораздо лучше, чем просто мокрая бумага.

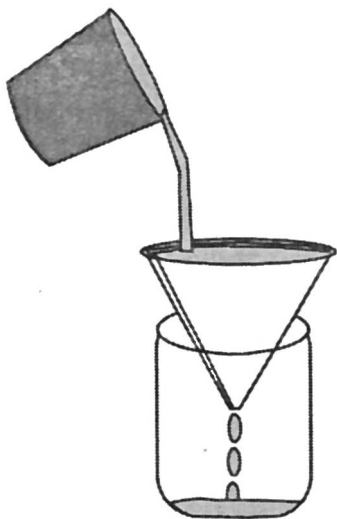
**Продолжаем опыт.** Попробуйте смешать в миске различные комбинации бумаги, клея, крахмала и воды, чтобы посмотреть, какая из них дает лучший результат (легче принимает любую форму). Какую бумагу и клей лучше использовать? Покрасьте свои поделки. Для этого нужно добавить в папье-маше пищевую краску. Горы можно покрасить в коричневый цвет (смешиваем красную краску с желтой и зеленой), а крону деревьев — в зеленый (смешиваем желтую краску с синей).



## БУМАЖНАЯ ФИЛЬТРУЮЩАЯ ВОРОНКА

Вам понадобятся. Бумажный стаканчик (см. стр. 106), бумажное полотенце, зубочистка, банка или кувшин с широким горлышком, апельсиновый или любой другой сок с мякотью.

Нужно сделать. Поставьте сложенный из плотной бумаги стаканчик на горлышко кувшина. Зубочисткой проткните дырочку в доньшке стаканчика. Сложите стаканчик из бумажного полотенца точно так же, как складывали бумажный стаканчик. Положите этот кулечек в бумажный стаканчик. Вы сделали фильтрующую воронку. Бумажное полотенце является фильтром, а бумажный стаканчик — воронкой. Налейте, например, апельсиновый сок с мякотью в фильтрующую воронку. Жидкость пройдет через фильтр, а мякоть (твердые частицы) останется на поверхности бумажного полотенца.



Что происходит. Волокна бумажного полотенца отделяют большие кусочки размолотой мякоти от жидкости. Частицы, которые меньше расстояния между волокнами, легко сквозь них проходят, а более крупные частицы не пролезают.

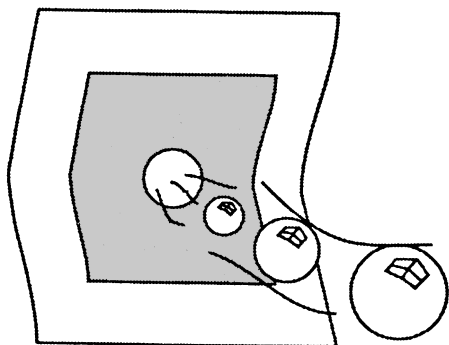
Продолжаем опыт. Попробуйте другие жидкости, содержащие примеси, например бульон или горячий шоколад.

## БУМАЖНЫЙ ЛИСТ ДЛЯ МЫЛЬНЫХ ПУЗЫРЬКОВ

---

Вам понадобятся. Плотная воощеная бумага, бумажное полотенце, ножницы, водонепроницаемый скотч, жидкое мыло, вода, сосуд.

Нужно сделать. В центре листа из воощенной бумаги приклейте скотчем маленький кусочек бумажного полотенца. Вырежьте в центре обоих листочков дырочку. Опустите место с этой дырочкой в мыльный раствор (одна часть жидкого мыла на десять частей воды). Помашите листом. Из дырочки начнут выскакивать мыльные пузыри!



Что происходит. Жидкое мыло, если оно в правильной пропорции смешано с водой, дает прекрасные мыльные пузыри. Промокающие края бумажного полотенца впитывают много раствора для пузырей. При образовании пузыря следующая порция раствора подтягивается к краям дырочки.

Продолжаем опыт. Попробуйте различные пропорции жидкого мыла и воды. Соотношение 1 к 10 наилучшее? Попробуйте различные сорта мыла.

## ВОДЯНЫЕ КАПЛИ НА БУМАГЕ

---

Вам понадобятся. Бумага (воощеная и других сортов), вода, зубочистка, жидкость для мытья посуды.

**Нужно сделать.** Положите три листа разных сортов бумаги рядом друг с другом: непромокаемую (воощеную), полупромокаемую (писчая бумага, почтовые открытки, оберточная бумага) и промокаемую (папиросную бумагу, туалетную бумагу, бумажное полотенце). На каждую капните одну-две капли воды.



На какой бумаге капли круглее? Что происходит с каплей, когда вы прикасаетесь к ней кончиком пальца, смазанным жидкостью для мытья посуды?

**Что происходит.** На непромокаемой бумаге, например воощеной, капли самые круглые. Это потому, что вода отталкивается воском. Полупромокаемая бумага, например писчая, немного мокнет. Так как вода слегка притягивается к этой бумаге, капли не так круглы и более расплывчаты. Промокаемая бумага (бумажное полотенце) так притягивает воду, что капелька вообще не может удержаться на ее поверхности. Через секунду после того как вы капнули на бумажное полотенце, капелька просачивается в него и исчезает, растворяясь в волокнах бумаги.

**Продолжаем опыт.** Жидкость для мытья посуды или любое мыло снижают поверхностное натяжение воды. Когда мыло касается капелек на воощеной

бумаге, они становятся менее круглыми и сразу расплываются по вощенной поверхности бумаги. Какой сорт жидкости для мытья посуды заставляет капли расплываться быстрее?

---

---

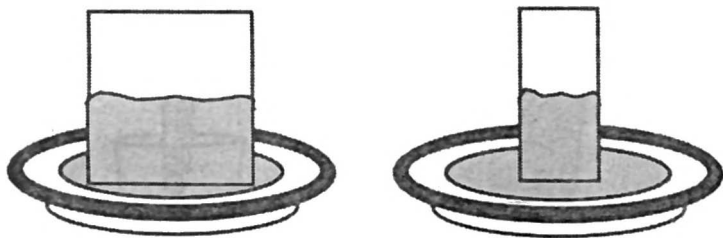
## КАПИЛЛЯРНОЕ ДЕЙСТВИЕ БУМАЖНОГО ПОЛОТЕНЦА И ТУАЛЕТНОЙ БУМАГИ

---

**Вам понадобятся.** Бумажное полотенце, туалетная бумага, вода, 2 тарелки, линейка.

**Нужно сделать.** Опустите куски туалетной бумаги и бумажного полотенца в две тарелки с водой. Глубина воды должна составлять около половины сантиметра. Понаблюдайте, как вода поднимается вверх по бумаге. По какой из этих двух промокаемых бумаг вода поднимется быстрее?

**Что происходит.** Чем тоньше и длиннее волокна у той и другой бумаги, тем сильнее их капиллярное действие и тем быстрее вода поднимается по бумаге. Капиллярное действие — это стремление жидкости в тонкой трубке подняться как можно выше. Бумажные волокна действуют как тонкие трубочки и тащат воду вверх по бумаге.



**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать разные сорта туалетной бумаги и бумажных полотенец. При использовании какого сорта бумаги вода поднимается быстрее или медленнее? Тот сорт туалетной бумаги или полотенца, при использовании которого вода поднялась очень быстро, должен быть, очевидно, и самым впитывающим сортом. Этот опыт помогает проверить качество того или иного сорта бумаги.

---

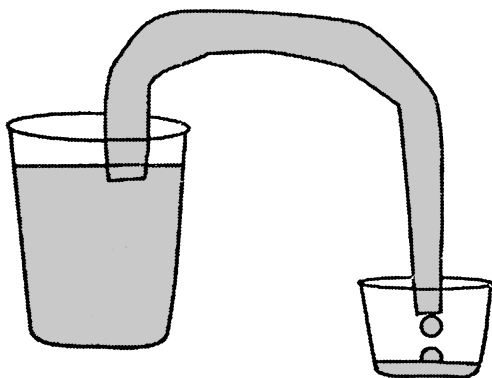
---

## **КАПИЛЛЯРНАЯ ПЕРЕКАЧИВАЮЩАЯ ТРУБКА ИЗ БУМАЖНОГО ПОЛОТЕНЦА**

---

**Вам понадобятся.** 3 бумажных полотенца (оторвите от рулона три полотенца вместе), два стакана (высокий и низкий), вода, пищевой краситель.

**Нужно сделать.** Возьмите кусок, состоящий из трех бумажных полотенец. Сверните их в трубку вдоль длинной стороны. Смочите весь рулон, положив его в миску с водой. Положите один конец



рулона в высокий стакан, наполненный водой. Второй конец рулона положите в низкий пустой стакан. Убедитесь, что конец рулона, опущенный в низкий стакан, находится ниже конца, опущенного в высокий стакан. Через какое-то время вода начнет перетекать в низкий стакан. И это будет продолжаться до тех пор, пока уровень воды в высоком стакане будет выше, чем в низком, и пока конец рулона в высоком стакане будет опущен в воду.

**Что происходит.** Перекачивание воды — сначала вверх, а затем вниз, к точке, лежащей ниже исходной, — происходит из-за капиллярного действия полотенца, когда вода течет по тончайшим каналам волокон бумаги, стремясь к месту, расположенному как можно ниже.

**Продолжаем опыт.** Проверьте, в каком случае перекачка идет быстрее. Когда высокий стакан расположен намного выше низкого или когда он почти рядом? Перекачайте воду одного цвета в стакан с водой другого цвета, и у вас получится вода нового, неожиданного цвета.

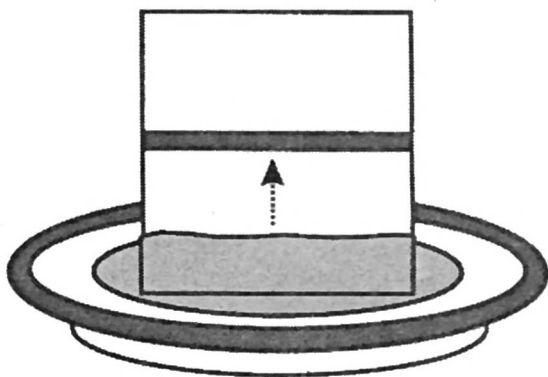
## КАПИЛЛЯРНОЕ ВПИТЫВАНИЕ ОКРАШЕННОЙ ВОДЫ: НЕОЖИДАННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЦВЕТА

---

Вам понадобятся. Белое бумажное полотенце, большая тарелка, вода, пищевой краситель, линейка.

Нужно сделать. Капните несколько капель синего пищевого красителя в большую тарелку, залитую тонким слоем (0,3 см) воды. В середине полотенца желтым пищевым красителем проведите горизонтальную линию. Опустите полотенце краем, параллельным этой линии, в тарелку с синей водой. Держите его в воде, пока вода из-за капиллярного действия бумаги будет подниматься по полотенцу. Когда синий пищевой краситель доберется до желтой полосы, он окрасит ее в зеленый цвет!

Что происходит. Зеленый цвет получается в результате смешивания синего и желтого цветов. Синий и желтый являются двумя из трех (еще и красный) основных цветов, которые при смешивании дают новый цвет.



**Продолжаем опыт.** Попробуйте другие комбинации цветов: красный и синий дают фиолетовый цвет; красный и желтый дают оранжевый; красный, желтый и зеленый дают коричневый. Что случится, если вы поменяете цвета местами? Например, если вы окрасите воду в тарелке желтой пищевой краской, а поперек полотенца нарисуете синюю полосу, получите ли вы зеленый цвет более яркий, чем в первом опыте?

---

---

## **ЗИГЗАГООБРАЗНАЯ ПОЛОСА ИЗ ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ В ВОДЕ**

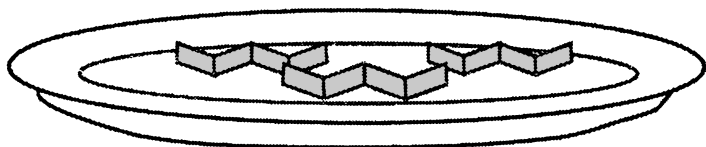
---

**Вам понадобятся.** Газета, вода, миска или тарелка.

**Нужно сделать.** Вырежьте из газеты полосу размером 1 × 15 см. Придайте ей зигзагообразную форму. Положите ее в тарелку или миску с водой. Через несколько секунд полоска выпрямится!

**Что происходит.** Когда вода впитывается из-за капиллярного действия в бумагу, волокна бумаги набухают. А набухание и является причиной распрямления бумаги.

**Продолжаем опыт.** Используйте другие типы бумаги. Какой тип бумаги набухает лучше? Влияет ли качество бумаги на ее способность к впитыванию?





## ХРОМАТОГРАФИЯ С КОФЕЙНЫМ ФИЛЬТРОМ

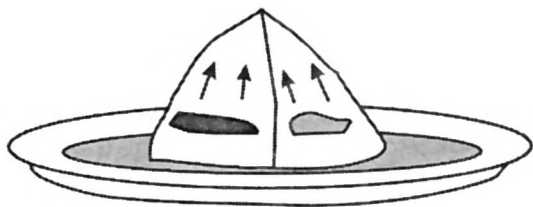
---

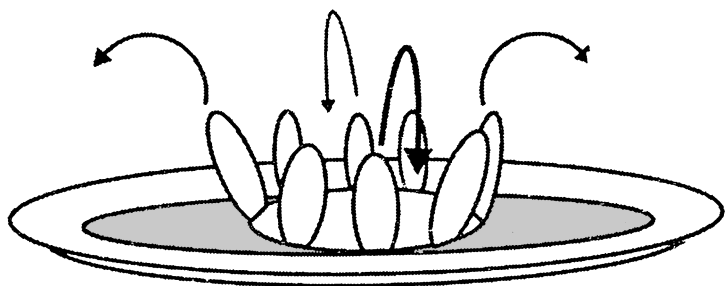
**Вам понадобятся.** Кофейный фильтр, водный маркер или косметический карандаш, тарелка, вода.

**Нужно сделать.** Водными маркерами нарисуйте на сторонах кофейного фильтра, примерно в 1 см от его края, несколько линий разного цвета. Переверните фильтр и положите его на тарелку. В тарелку налейте немного воды, так, чтобы края фильтра оказались в воде, но вода не должна доходить до отметок. И когда вода, поднимаясь по фильтру, дойдет до отметок, они начнут двигаться, а некоторые из них даже разделятся на несколько цветов!

**Что происходит.** Вода поднимается по фильтру из-за капиллярного действия. При этом она растворяет краску водных маркеров. И любая краска, состоящая более чем из одного цвета, начинает расслаиваться. Поэтому растворимые в воде краски будут двигаться за водяным фронтом. При этом менее растворимые краски будут двигаться медленнее.

**Продолжаем опыт.** Попробуйте нарисовать разные рисунки, отличающиеся по размеру и насыщенности цвета. Положите несколько кубиков льда вокруг кофейного фильтра, сразу после того, как рисунки начнут двигаться. Замедлили ли они свое движение?





## РАСПУСКАЮЩИЕСЯ ВОДЯНЫЕ ЦВЕТЫ

---

Вам понадобятся. Писчая бумага, вода, миска, ножницы.

**Нужно сделать.** Вырежьте цветок из листа полупромокаемой, например писчей, бумаги. Сложите лепестки внутрь бутона, для этого поставьте их вертикально, а затем сложите к центру бутона. Положите цветок на поверхность воды в миске. Когда лепестки промокнут, цветок раскроется!

**Что происходит.** Когда вода из-за капиллярного действия проникает в бумажный цветок, волокна бумаги набухают. При набухании лепестки начинают двигаться, «раскрываясь».

**Продолжаем опыт.** Попробуйте использовать другой тип бумаги. Лепестки из какой бумаги раскрываются лучше? Зависит ли скорость, с которой лепестки раскрываются, от того, насколько рыхлая впитывающая бумага?

## ИНКУБАТОР ДЛЯ СЕМЯН

**Вам понадобятся.** Бумажное полотенце, вода, семена, банка с крышкой.



**Нужно сделать.** Заверните несколько семян в бумажное полотенце. Намочите водой полотенце с семенами и положите его в банку, после этого плотно закройте банку крышкой. Через несколько дней, максимум через две недели, семена прорастут.

**Что происходит.** Семенам нужна постоянная влажность и определенная температура для прорастания. Сохраняя семена во влажной бумаге и закрытом кувшине, вы выполняете оба эти условия.

**Продолжаем опыт.** Одни семена (например, редис) прорастают очень быстро, другие — медленнее (например, морковь). Некоторым (например, салату) для прорастания нужна низкая температура и, возможно, потребуется положить банку в холодильник. Семена дыни любят прорасти в тепле, и им нужно создать теплую, уютную среду для прорастания. Проведите несколько опытов и посмотрите, какие семена прорастают быстрее. Каким семенам нужно больше (меньше) воды, а какие требуют более высокой (низкой) температуры?

# Другие опыты

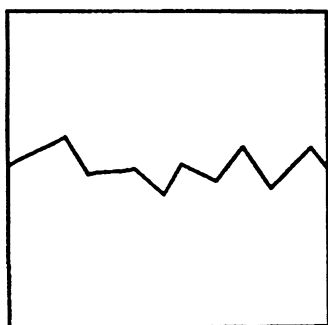
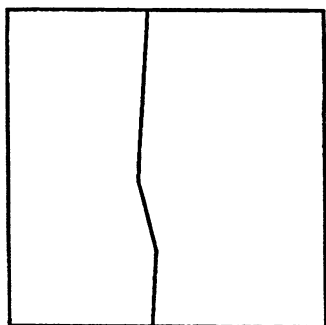
## РАЗРЫВ ГАЗЕТЫ

Вам понадобятся. Газета.

Нужно сделать. Медленно разорвите газету сверху вниз. Затем порвите ее поперек. У вас в первом случае получится ровная, гладкая линия разрыва, а во втором случае она будет неровной, зубчатой.

Что происходит. В газетной и многих других типах бумаги древесные волокна выстроены в определенном направлении. Если вы рвете параллельно этим волокнам, разрыв будет ровным. Если вы рвете перпендикулярно волокнам, разрыв будет неровным и зазубренным.

Продолжаем опыт. Порвите бумагу другого типа. Какой тип бумаги рвется по-разному в разных направлениях?



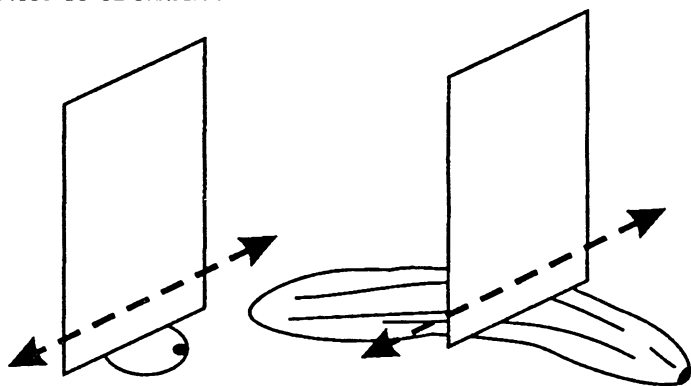
## РАЗРЕЗАНИЕ ФРУКТОВ БУМАГОЙ

Вам понадобятся. Плотный кусок бумаги с острыми краями, например высококачественная бумага для принтеров или почтовая открытка; виноград, очищенный банан или же какой-то другой мягкий фрукт или овощ.

Нужно сделать. Разрежьте острым краем куска бумаги очищенный банан или другой мягкий фрукт. Проведите несколько опытов, чтобы посмотреть, сколько раз и как глубоко вы можете порезать их.

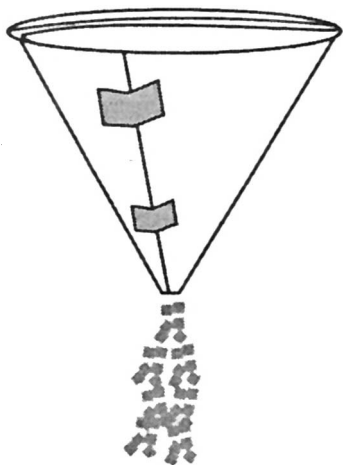
Что происходит. Край хорошей бумаги плотный и прочный; он не так охотно впитывает воду, как дешевая бумага плохого качества. Чем прочнее край, тем меньше воды он впитывает и тем лучше режет. Почтовая открытка режет лучше, чем тонкая бумага, так как вода дольше не может пропитать ее край.

Продолжаем опыт. Попробуйте использовать другие типы бумаги и другие фрукты. Какие режут, а какие нет? Вареные овощи режутся легче, чем сырые, или нет? Консервированные фрукты режутся легче свежих?



## ВОРОНКА ДЛЯ ПЕСКА

Вам понадобятся. Бумага, песок, соль, сахар или рис (или любое другое гранулированное вещество), скотч.



Нужно сделать. Сверните из бумаги воронку. Для этого нужно посмотреть инструкцию по изготовлению бумажного стакана на стр. 106 или же фильтрующей воронки на стр. 112.

Закрепите края воронки скотчем, чтобы не раскрылись. Проткните дырочку в донышке карандашом. Насыпьте в нее любые сыпучие вещества, например песок.

Что происходит. Гравитация тянет песок вниз по воронке. Трение между крупинками замедляет или даже останавливает движение. На скорость движения влияют несколько факторов. Чем глаже и круче стенки воронки и больше дырочка, тем быстрее вещество с мелкими крупинками проходит через нее. Чем влажнее вещество, тем медленнее оно проходит. Например, влажная соль или сахар в конечном счете слипнутся в большой липкий кусок, который пройдет через воронку с большим трудом или застрянет.

Продолжаем опыт. Сделайте воронки со сторонами, образующими разные углы, с дырочками разного размера и из разных материалов. Какая из них лучше пропускает песок? соль? сахар? рис?

# Указатель

## А, Б

арфа из резиновых колец и бумажной тарелки 85  
аэродинамическое крыло 18  
балансирующие газетные рулоны 38  
балансирующие птицы 34  
балансирующие рожицы 33  
балансиры 33—39  
барабан из картонной коробки 78  
башня 30  
блоки 31—32  
бумага в воде 107  
бумага, отражающая и поглощающая солнечное тепло 57  
бумажная вертящаяся жужжалка 86  
бумажная изоляция стакана 56  
бумажная куколка 45  
бумажная трещотка 83  
бумажная фильтрующая воронка 112  
бумажная хлопушка 81—82  
бумажные шарики 91  
бумажный веер 13, 14  
бумажный лист для мыльных пузырей 113  
бумажный пакет, усиливающий звуки насекомых 90  
бумажный ревун 87  
бумажный стакан 106—107  
бумажный усилитель 90  
бумажный шарик и пластиковая бутылка 23  
«бумеранг» из коробки от чипсов 72

## В

ванька-встанька из картонной трубки 41

веер из бумажной тарелки 14  
вертолет из почтовой сткрытки 49—52  
вертушка на палочке 70  
«взлет» бумажной полосы 19  
взрыв пакета 75  
вода в перевернутом вверх дном стакане 25  
водяные капли на бумаге 114  
воздушный змей из тарелки 53  
волчок из зубочистки 40  
воронка для песка 125—126  
вращающаяся спиральная змея 55  
вращение шариков с помощью картонной трубки 71

## Г, Д, Ж

газета приклеивает линейку к столу 26  
духовой музыкальный инструмент из расчески 84  
дырочка от булавки улучшает зрение 58  
жужжалка 86  
жужжащие листы бумаги 76

## З, И, К

звездный обруч катится 65  
зигзагообразная полоса из газетной бумаги в воде 119  
изоляция 56  
инкубатор для семян 122  
инструменты и оборудование 10—12  
капиллярная перекачивающая трубка из бумажного полотенца 116—117  
капиллярное впитывание окрашенной воды 118

капиллярное действие бумаги  
115, 118  
карандаш и балансир из  
бумажных шариков 36  
картонная музыкальная  
игрушка 79  
квадрат 94, 95  
конфетти 92  
крыло 18

## Л, М, Н

ластик на полоске бумаги 68  
летающая вращающаяся  
тарелка 47  
лист Мёбиуса 104—105  
магнитная бумага 46  
материалы для опытов 10  
мостик 29  
мыльная лодочка 42  
невидимые чернила 44

## П

падение бумаги и монеты 17  
падение монеты в стакан 67  
падение почтовой открытки 16  
падение предметов 15—17  
«палки» в велосипедные колеса 88  
папье-маше 110, 111  
П-образный балансир 35  
пожелтение бумаги 43  
почтовая открытка прилипает  
к катушке от ниток 22  
превращение прямых линий в  
окружности 59—60  
превращение черных кривых  
линий в цветные 61  
прогиб бумажного мостика 20  
пропеллер 69  
проталкивание монеты через  
дырочку в листе бумаги 96

## Р

размеры и типы бумаги 9  
разноцветное колесо 63

разрезание фруктов бумагой 124  
разрыв газеты 123  
распускающиеся водяные  
цветы 121  
расширяющаяся петля 102—103  
ручная ракета 54

## С

самолет 48  
свисток 77  
сгибание бумаги 93  
скрепка и балансир из двух  
бумажных шариков 37  
скрипучий свисток 77  
статическое прилипание 45  
сухая бумага в стакане, опу-  
щенном в воду 24  
сушка полотенца 108, 109  
сюрприз шлепающей шайбы 80

## Т, Ф, Х

телефон из бумажных стака-  
нов 89  
трещотка 83—84  
трюк с банкнотой и скрепками  
100, 101  
трюк с падающей бумагой 66  
флюгер 27—28  
хлопушка из бумажного пакета  
74  
хроматография с кофейным  
фильтром 120

## Ц, Ч, Ш, Э

центр квадрата 95  
человечек, ныряющий с вышки  
39  
черно-белые линии, окрашива-  
ющие вращающийся диск 62  
шарик для пинг-понга в воронке 21  
шнурок и ловушка для пуговиц  
98, 99  
шум от скомканной бумаги 73  
эллипс 97



*Популярное издание*

**Стивен У. Мойе**

## **ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ С БУМАГОЙ**

*Перевод с английского*

Технический редактор Т. Тимошина

Корректор И. Мокина

Компьютерная верстка Э. Сандановой

Общероссийский классификатор продукции  
ОК-005-93, том 2; 953000 — книги, брошюры

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.02.953.Д.003857.05.06 от 05.05.2006 г.

Подписано в печать с готовых диапозитивов заказчика 20.12.2006 г.

Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага газетная. Печать высокая с ФПФ.

Усл. печ. л. 6,72. Тираж 5000 экз. Заказ 2577.

ООО «Издательство Астрель»

129085, г. Москва, проезд Ольминского, д. 3а

ООО «Издательство АСТ»

170002, Россия, г. Тверь, пр-т Чайковского, д. 27/32

Наши электронные адреса: [www.ast.ru](http://www.ast.ru)

E-mail: [astpub@aha.ru](mailto:astpub@aha.ru)

Издано при участии ООО «Харвест».

ЛИ № 02330/0056935 от 30.04.2004.

Республика Беларусь, 220013, Минск, ул. Кульман,  
д. 1, корп. 3, эт. 4, к. 42.

E-mail редакции: [harvest@anitex.by](mailto:harvest@anitex.by)

Открытое акционерное общество

«Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».

Республика Беларусь, 220600, Минск, ул. Красная, 23.

**Возьмите любой кусочек  
бумаги, и он станет вашим  
билетом в науку!**

А если к бумаге вы добавите  
простейшие предметы, которые  
найдутся почти в каждом доме,  
например расчески, ластики,  
стаканы или шарики для пинг-  
понга, то вы сможете, соорудив  
флюгер, многое узнать о воздухе,  
построив бумажный мостик  
и сделав бумажных птиц, узнать  
о равновесии, а спиральная змея  
продемонстрирует вам  
«силу» тепла.

Вы «взлетите» на вертолете  
из почтовой открытки. Соорудите  
громкую хлопушку. Понаблюдаете  
за электрическими «танцами»  
куколки из папиросной бумаги.  
Проведете другие опыты, связан-  
ные с химией, светом, движением,  
математикой и водой.

Так, играя, вы при-  
коснетесь  
к науке!



ISBN 978-5-17-042309-5



9785170423095