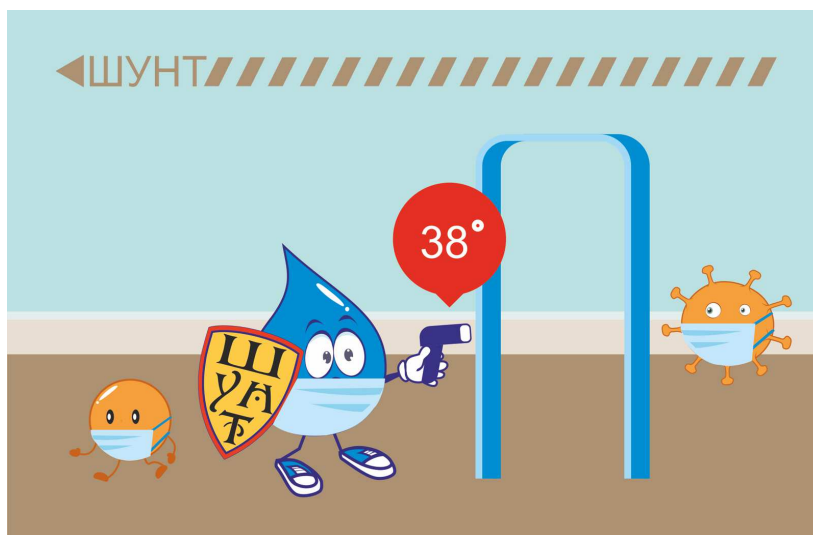


## **ПРАВИЛА И ЗАДАЧИ ФИЗИЧЕСКИХ БОЁВ**

### **ШКОЛЬНОГО УЧЕБНО-НАУЧНОГО ТУРНИРА ПО ФИЗИКЕ «ШУНТ»**



**(11 – 14 марта 2021 года)**

# ОРГАНИЗАТОРЫ И АВТОРЫ

Учебно-методический совет Кировского областного государственного автономного образовательного учреждения дополнительного образования «Центр дополнительного образования одарённых школьников» и методическая комиссия Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ»

Правила и задачи физических боёв Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» (11 – 14 марта 2021 г.). – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2021. – 12 с.

№ задачи	Авторы и источники задач		
	1 день	2 день	3 день
1	Сорокин А.П.	Кантор П.Я.	Уварова М.П.
2	Сорокин А.П.	Сорокин А.П.	Сорокин А.П.
3	Сорокин А.П.	Уварова М.П.	Коханов К.А.
4	Сорокин А.П.	Сорокин А.П.	Первошиков Д.В.
5	Сорокин А.П.	Сорокин А.П.	Сорокин А.П.
6	Уварова М.П.	Сорокин А.П.	Сорокин А.П.

Методической комиссией Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» рассматриваются предложения по задачам для физических боёв  
Адрес для переписки: [shunt.ph@mail.ru](mailto:shunt.ph@mail.ru)

Подписано в печать 10.03.2021  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 0,6  
Тираж 230 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр дополнительного образования одарённых школьников», Киров, 2021

© Методическая комиссия турнира «ШУНТ», 2021

© Коллектив авторов, 2021

# ПРАВИЛА ФИЗИЧЕСКИХ БОЁВ

## I. Общие положения

1.1. Физический бой (далее – бой) – это соревнование двух или трёх команд в решении физических задач. Он состоит из подготовительной и основной части.

1.2. Во время подготовительной части команды самостоятельно решают выданные задачи.

1.2.1. Если предусмотрено заданием, жюри показывает командам демонстрации и выдаёт оборудование.

1.2.2. Координацию действий членов команды осуществляет капитан: с учётом пожеланий распределяет задачи предстоящего боя, организует проверку решений, утверждает тактику команды на предстоящий бой.

1.3. Основная часть боя состоит из конкурса капитанов и раундов, количество которых равно количеству разыгрываемых задач (шести). Во время каждого раунда между представителями команд распределяются роли: докладчик, оппонент, рецензент. Продолжительность одного раунда составляет до 30 мин, из них на доклад отводится до 15 мин.

1.4. По просьбе команд или по решению жюри не ранее чем через 1,5 часа после начала боя и строго между раундами может быть сделан один десятиминутный перерыв. При этом команда, вызываемая на задачу следующего раунда, передаёт жюри написанный номер задачи, на которую будет вызывать. После перерыва жюри оглашает номер задачи.

1.5. Вызванная команда может отказаться от доклада, при этом:

1.5.1. в случае двойного боя отказавшаяся команда до конца боя будет только в роли оппонента без права перемены ролей;

1.5.2. в случае тройного боя отказавшаяся команда до конца боя будет только в роли рецензента, а две другие команды будут вести себя как в случае двойного боя.

1.6. Бой заканчивается через шесть раундов, либо в ситуации, когда одна из команд отказалась от вызова, а другие отказались рассказывать решения оставшихся задач.

1.7. Перед началом боя жюри согласует с командами и оглашает:

1.7.1. Количество полуминутных перерывов во время раундов для консультации докладчика (оппонента, рецензента) с командой. Оно не должно быть больше шести.

1.7.2. Допустимое количество выходов к доске каждого члена команды. Обычно не более двух, исключение допускается при малочисленном составе команды (4 члена команды и меньше). В этом случае перед боем капитан называет представителя, у которого будет 3 выхода.

1.8. Во время боя жюри ведёт протокол боя, дублируя его на доске.

## II. Конкурс капитанов

2.1. В конкурсе капитанов может участвовать любой (один) член команды.

2.2. На конкурс предлагается задача. Правила её представления определяет жюри. Возможны варианты: 1) на листочках пишется, а затем озвучивается ответ; 2) решение публично докладывается, при этом первый докладчик получает преимущество (при правильном ответе прочих – он будет победителем) и др. Если участник конкурса отказывается давать ответ, он признается проигравшим. В случае, если определить победителя конкурса невозможно, жюри даёт другую задачу. Вместо задачи жюри может предложить участникам сыграть в игру. Тогда победителем будет считаться тот, кто выигрывает игру.

2.3. На решение задачи конкурса капитанов жюри отводит не более 5 мин.

2.4. Капитан команды, победившей в конкурсе капитанов, определяет, в какой роли выставит каждая команда своего представителя в первом раунде: докладчик (из команды 2), оппонент (из команды 1), рецензент (из команды 3).

2.5. Вызов по задачам при двойном бое происходит в следующей последовательности: 1 → 2 → 1 → 2 → ...

2.6. Порядок вызовов по задачам при тройном бое: 1 → 2 → 3 → 1 → 3 → 2 → 1.

## III. Ход раунда

3.1. Вначале выступает докладчик, он приводит своё решение задачи.

3.2. Оппонент с разрешения докладчика может задавать уточняющие вопросы по ходу доклада.

3.3. Завершение доклада докладчик должен закрепить словами «доклад окончен». Команда может тут же отменить слова «доклад окончен», взяв при этом полуминутный перерыв.

3.4. После доклада начинается дискуссия. Оппонент задаёт вопросы докладчику и делает заключение по решению.

3.5. Жюри может дать оппоненту право исправить обнаруженные в решении ошибки, привести своё решение. При этом оппонент и докладчик временно меняются местами и обратной перемены ролей не происходит.

3.6. После окончания выступления оппонента выступает рецензент – он продолжает работу по оппонированию, высказывая претензии к решению докладчика, затем оппонента, и делает своё заключение по работе докладчика и оппонента.

3.7. В случае, если рецензент хочет исправить ошибки в решении докладчика или оппонента, то жюри может предоставить ему это право. Оппонировать решение рецензента может только жюри.

3.8. Дискуссия докладчика, оппонента и рецензента должна вестись в вежливой, корректной форме. Критика решения не должна переходить на критику личности. Обязательно уважительно обращение на «Вы».

3.9. Жюри регулирует проведение дискуссии, предоставляя право докладывать или отвечать в указанной последовательности докладчику, оппоненту и рецензенту. В ходе дискуссии жюри также может задавать уточняющие вопросы и останавливать полемику. По окончании работы всех участников раунда (докладчика, оппонента и рецензента) жюри задаёт свои вопросы всем участникам. В конце раунда жюри начисляет баллы командам и подводит итоги по работе докладчика, оппонента и рецензента.

#### **IV. Роли во время раунда**

4.1. Первоначальный докладчик в раунде представляет команду, которую вызвали на задачу.

4.1.1. Докладчик защищает своё решение, отвечая на вопросы оппонента, рецензента и жюри.

4.1.2. Если вопросы и замечания следуют до того, как докладчик скажет «доклад окончен», он вправе сам исправлять ошибки в своём решении без потери баллов при верном исправлении. Если ошибки обнаруживаются в ходе дискуссии, то докладчик может обдумать их в течение 1 мин и исправить, далее преимущественное право исправлять ошибки имеет тот, кто их заметил.

4.1.3. Во время доклада докладчик может использовать заготовленные чертежи, вычисления, презентации, фото- и видеоматериалы, относящиеся к решению.

4.1.4. По просьбе оппонента, рецензента и жюри докладчик обязан воспроизвести ту часть решения, которая оказалась непонятной. Повтор той или иной части доклада допустим с разрешения жюри.

4.1.5. Докладчик вправе обдумывать ответ на заданный вопрос в течение 1 мин, после чего, либо отвечает, либо воздерживается от ответа.

4.2. Первоначальный оппонент в раунде представляет команду, которая сделала вызов на задачу.

4.2.1. Оппонент вправе разрешить докладчику не обосновывать какие-либо очевидные с его точки зрения выводы.

4.2.2. Оппонент вправе обдумывать очередной вопрос в течение 1 мин. Если вопрос по истечении указанного периода не следует, считается, что у оппонента больше нет вопросов.

4.2.3. В качестве вопроса оппонент может попросить сделать уточнения по любому из высказываний докладчика.

4.2.4. По просьбе докладчика или жюри оппонент должен повторять заданные им вопросы.

4.2.5. По итогам оппонирования оппонент делает оценку доклада. Он может признать решение верным, частично верным, неверным. Если, по его мнению, в решении есть существенные ошибки, недочёты, он их повторно перечисляет.

4.3. Рецензент в раунде является вторым оппонентом и вступает в дискуссию после окончания работы первого оппонента.

4.4. Докладчик, оппонент и рецензент могут обращаться к капитану, либо его заместителю, с просьбой об их замене другим членом команды или с заявлением о необходимости полуминутного перерыва для общения с командой.

4.5. Замена докладчика, или оппонента, или рецензента производится в счёт двух полуминутных перерывов, которыми вправе воспользоваться команда, отозвавшая своего участника.

4.6. Команда во время раунда:

4.6.1. должна соблюдать тишину и порядок. За их несоблюдение жюри вправе оштрафовать команду;

4.6.2. общение с жюри вести через капитана. Если капитан участвует в раунде, свои полномочия по общению он делегирует заместителю;

4.6.3. может общаться со своим представителем на раунде только во время полуминутных перерывов и по согласованию с жюри;

4.6.4. может выставлять ассистента (-ов) в помощь докладчику только для показа экспериментов, фото и видео материалов, относящихся к решению задачи.

- 4.7. Капитан команды или его заместитель (если капитан участвует в раунде):
- 4.7.1. делает вызов не более, чем через 1 мин после начала очередного раунда;
  - 4.7.2. запрашивает у жюри полуминутные перерывы и перерыв на отдых;
  - 4.7.3. может обратиться к жюри, если со стороны соперников будет замечено некорректное поведение и т.п.

4.8. Жюри во время раунда:

- 4.8.1. следит за соблюдением настоящих Правил;
- 4.8.2. при необходимости в любой момент останавливает доклад, оппонирование;
- 4.8.3. может указать на сокращение выкладок в докладе, если доклад затягивается;
- 4.8.4. может обоснованно снимать вопросы оппонента;
- 4.8.5. может штрафовать, вычитая баллы, за шум, некорректное поведение команды, общение с представителем у доски;
- 4.8.6. может принимать обоснованные решения, не вытекающие непосредственно из правил боя.

## **V. Начисление баллов по итогам раунда**

5.1. Каждая задача оценивается в 12 баллов, которые по итогам раунда распределяются между докладчиком, оппонентом, рецензентом и жюри.

5.2. Правильное и полное решение докладчика оценивается в 12 баллов.

5.3. Оппонент за нахождение ошибок в решении получает до половины их «стоимости» (принцип половины).

5.4. Если произошла перемена ролей, то бывший оппонент получает дополнительно баллы за доказательство предварительно сформулированных им утверждений, а бывший докладчик – за их оппонирование. В этом случае «разыгрывается» вторая половина стоимости ошибок и недочётов в решении докладчика по тому же правилу, что и ранее – с учётом принципа не более половины баллов за оппонирование.

5.5. Оставшиеся баллы может заработать рецензент, выступая в роли второго оппонента и возможно докладчика, получая баллы по тому же принципу, что и ранее делили докладчик и оппонент.

5.6. Нераспределённые между игроками баллы зачисляются в рейтинг жюри.

5.7. Штраф за провинность команды во время раунда не должен превышать 6 баллов.

5.8. После начала следующего раунда счёт предыдущего раунда не может быть изменён. Апелляция результатов раунда возможна только до начала следующего раунда, а для последнего – до объявления итогов боя.

## **VI. Порядок встречи команд на боях**

6.1. Команда может принимать участие в физических боях в одной из двух лиг: первой или высшей.

6.1.1. Команда выбирает подходящую лигу при регистрации. В составе команды первой лиги не может быть более двух учащихся девятого класса. В случае недостаточного количества команд в высшей лиге Жюри вправе перевести команду, зарегистрировавшуюся в первой лиге и имеющую участников из девятых классов, в высшую.

6.1.2. При большом количестве команд-участников в лиге происходит дополнительное деление команд лиги на уровни (первый, второй и т.д.). Ранжирование команд и определение их уровня внутри лиги осуществляется по суммарным баллам участников, набранных ими в личной олимпиаде.

6.2. Распределение команд для боёв внутри лиги/уровня осуществляется по результатам жеребьёвки, проводимой непосредственно перед первым боем.

## **VII. Ранжирование команд по итогам боев**

7.1. По результатам боя каждая команда получает рейтинг в своей лиге, который складывается из очков, полученных за данный и предшествующий бои, а также набранных за бои баллов. Ранжирование команд производится по очкам, а при равенстве очков по баллам. Первой в списке оказывается команда с наибольшим количеством очков (при наличии нескольких команд с наибольшим числом очков – первой в списке оказывается команда с наибольшим количеством очков и баллов одновременно).

7.2. Правила начисления очков по результатам двойного боя: 2 очка получают победившие команды, 1 очко – команды, сыгравшие вничью, то есть с разницей до 3 баллов включительно, проигравшие команды очки не получают.

7.3. Правила начисления очков по результатам тройного боя: 2 очка получают победившие команды, 1 очко – команды, победившие одну команду, либо сыгравшие вничью, то есть с разницей до 3 баллов включительно, проигравшие команды очки не получают.

# ЗАДАНИЯ

## ДЕНЬ I. 11.03.2021

Одним из методов определения температуры внутри объекта исследования является использование термопары, вводимой на нужную глубину.

В данной задаче будем исследовать процесс охлаждения различных фруктов при постоянной температуре окружающей среды.

Для ответа на первые два вопроса задачи возьмите свежий апельсин при температуре 20...25°C и поместите в его центр термопару.

А) Исследуйте процесс охлаждения апельсина при постоянной температуре окружающей среды -20...-15°C. Постройте график зависимости температуры от времени. Объясните полученные результаты.

Б) Определите, как влияют на скорость теплопотерь апельсина отсутствие кожуры, наличие дополнительной оболочки из фольги.

В) Проведите не менее трёх экспериментов с другими фруктами при температуре окружающей среды 0...5°C. Выясните, какие факторы оказывают наибольшее влияние на скорость теплопотерь.

*Примечание:* начальная температура фруктов 20...25°C; для каждого опыта рекомендуется использовать новый фрукт.

### ФРУКТОМЕТРИЯ



*Максимум пользы,  
или посторонним вход...*

Каждый из нас хотя бы раз в жизни задумывался о том, как время заваривания чайного пакетика влияет на крепость чая. Чтобы определить крепость чая, изготовим простое электронное устройство, которое будет измерять способность чая пропускать свет.

Для проведения эксперимента возьмите цилиндрический сосуд (например, пластиковый мерный цилиндр объёмом 100 мл) и поместите на дно чувствительной стороной вверх фоторезистор. Например, можете проделать в основании цилиндра два небольших отверстия, вывести через них наружу ножки фоторезистора, после чего залить отверстия термоклеем. Затем подключите фоторезистор к мультиметру в режиме измерения сопротивления, после чего весь цилиндр, кроме горлышка, оберните фольгой. Установка готова.

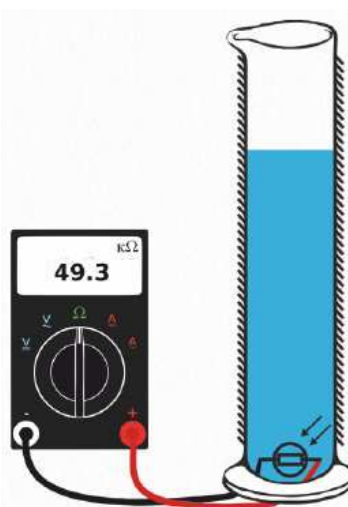
А) Соберите установку и объясните принцип её действия.

Б) Исследуйте, как зависит сопротивление фоторезистора (а следовательно, и крепость чая) от времени заваривания чайного пакетика.

В) Исследуйте, как зависит сопротивление фоторезистора от высоты столба воды, чая в цилиндре.

Г) Выясните, может ли данный метод быть использован для определения крепости кофе, процентного содержания сахара в воде, цвета слабого раствора акварельной краски.

*Примечание:* для экспериментов рекомендуется использовать чёрный чай, заваренный при температуре 90...95°C и охлаждённый до температуры 20...25°C, без добавок и ароматизаторов.



### КАЛИБРОВКА ЗАВАРКИ



*Заваривать чай  
нужно правильно.*

Играя за столом каучуковым мячиком, ШУНТик обнаружил необычный эффект: если мячик запустить по столу в сторону стены, то, ударяясь об одни участки стены, он хорошо отскакивает, а ударяясь о другие – он практически сразу останавливается. ШУНТик повторил эксперимент в лабораторных условиях, и вот что у него получилось: <https://youtu.be/YnOVFu9SzEM>.

А) Пронаблюдайте и объясните механизм отскока мячика от стены (см. первый опыт).

Б) Выясните и объясните результаты эксперимента, при каких условиях мячик после отскока от стены практически сразу останавливается (см. второй опыт). Продемонстрируйте эксперимент во время доклада или представьте авторский видеофрагмент.



*Главное – правильно всё приготовить.*

Если складывать шарики в лёгкую картонную трубку, установленную вертикально на горизонтальной поверхности стола, то при определенном количестве шариков трубка наклонится и упадёт.

А) Пронаблюдайте явление и объясните описанный эффект.

Б) Исследуйте, как зависит устойчивость конструкции от соотношения масс, диаметров шарика и трубки.

*Примечание:* для проведения экспериментов рекомендуется использовать шарики, диаметр которых превышает внутренний радиус трубки.



*Эта башня должна когда-то упасть.*

Возьмите силиконовую трубку и присоедините один из её концов к крану с холодной водой. Во второй конец трубки частично вставьте жёсткий металлический стержень. Расположив систему горизонтально, включите воду. Пронаблюдайте, как вытекающая из трубки вода «пробежит» некоторое расстояние по стержню, а затем в виде капель падает вниз.

А) Пронаблюдайте явление и объясните описанный эффект.

Б) Исследуйте, как зависит расстояние отрыва капелек от напора воды, типа жидкости (масло, глицерин).

*Примечание:* для проведения экспериментов рекомендуется использовать стержень и трубку, диаметры которых отличаются не более чем в 2 раза.



*Альтернативная замена водосточных труб.*

Расположите по периметру плоского блюда цветное драже Skittles и аккуратно залейте его водой комнатной температуры. Спустя некоторое время драже частично растворятся в воде, а в блюде можно будет увидеть красивую картину (см. рис. А).

А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Возьмите несколько сосудов с водой комнатной температуры и поместите в них разное количество драже Skittles так, чтобы в одном сосуде были драже одного цвета. Дождитесь, когда драже полностью растворятся, после чего аккуратно перелейте содержимое сосудов в один в порядке убывания количества растворенных в них драже. Объясните наблюдаемое явление (см. рис. Б).



А



Б



*Конфетки рисуют в воде узоры.*

## ДЕНЬ II. 13.03.2021

Известно, что плотность  $\rho$  воды в водоёме зависит от глубины  $h$ ; можно предположить, что в первом приближении указанная зависимость линейная:  $\rho(h) = \rho_0 + Kh$ , где  $\rho_0 \approx 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $K$  – коэффициент, подлежащий определению.

А) Предложите способ измерения коэффициента  $K$  и теоретически его обоснуйте.

Б) Постройте соответствующую переносную экспериментальную установку. Установка не должна содержать громоздкого, дорогостоящего, стационарного оборудования и требовать электропитания от аккумулятора или стационарной электрической сети.

В) Измерьте коэффициент  $K$  и оцените погрешность результата.

Г) Продемонстрируйте процесс измерения во время доклада или представьте авторский видеосюжет.

В сети Интернет можно встретить немало примеров того, как из ПВХ трубы и силиконовой трубки изготавливается модель водяного насоса – винта Архимеда.

Пример такой модели изображён на рисунке ниже. Один из концов силиконовой трубки прикрепляется в нижней части ПВХ трубы, затем трубка плотно (виток к витку) наматывается на боковую поверхность трубы по спирали, после чего второй конец трубки фиксируется в верхней части трубы.

А) Изготовьте действующую модель устройства и объясните принцип её действия. Представьте во время доклада рабочую модель или авторский видеосюжет.

Б) Определите теоретически максимальный угол наклона установки, при котором она остаётся работоспособной, проверьте полученное значение экспериментально. Объясните полученные результаты.

В) Выясните, при каком угле наклона к горизонту производительность изготовленной установки максимальная. Оцените её КПД.



Если в стакан с растительным маслом погрузить кусок льда, то через некоторое время он утонет, а затем снова всплывёт. По мере таяния куска льда описанный эффект будет повторяться.

А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Исследуйте зависимость периода «погружений-всплытий» куска льда от его размеров.

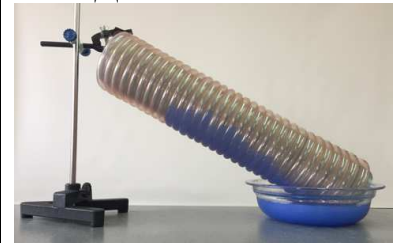
В) Выясните, как влияют на ход эксперимента пузырьки газов, находящиеся в куске льда.

### ВОДЯНАЯ ПРУЖИНКА



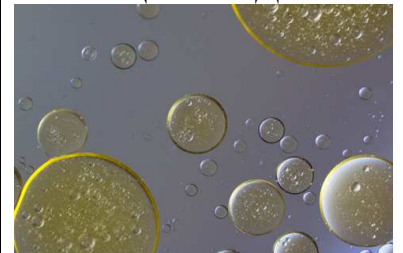
*Вода должна быть сжата!*

### ВОДЯНОЙ НАСОС



*Время возвращаться к истокам?*

### ТАЮЩАЯ ЛЬДИНКА



*Не лава и не лампа.*



В опытах по электростатике мы привыкли к тому, что при электризации диэлектриков трением разноимённые заряды появляются на телах, выполненных из двух разных веществ. Например, при трении эбонитовой палочкой о шерсть избыточный отрицательный заряд скапливается на эбоните, а положительный – на шерсти.

К своему удивлению ШУНТик обнаружил, что при трении одной незаряженной эбонитовой палочкой о другую такую же на них появляются избыточные разноимённые заряды (см. видео по ссылке [https://youtu.be/3QuF3YO\\_VvQ](https://youtu.be/3QuF3YO_VvQ)).



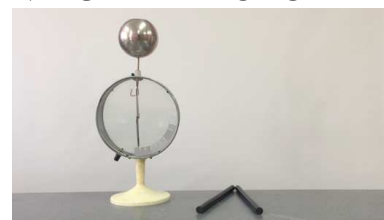
А) Продемонстрируйте такой же эффект во время доклада. Определите, какой заряд скапливается на каждой из палочек.

Б) Объясните показанный эффект.

В) Экспериментируя с электрометрами, ШУНТик снял серию опытов [https://youtu.be/V094pL2\\_gTM](https://youtu.be/V094pL2_gTM), вот только в самом начале он забыл включить камеру. Восстановите начало видеофрагмента. Продемонстрируйте опыты во время доклада или представьте авторский видеофрагмент. Объясните наблюдаемые эффекты.



## V – ЗНАЧИТ ЭБОНИТ



$$- - = - +$$

В опытах по магнетизму мы привыкли к тому, что разноимённые магнитные полюсы притягиваются, а одноимённые – отталкиваются.

К своему удивлению ШУНТик обнаружил, что при поднесении дугообразного магнита к полосовому они притягиваются как разноимёнными, так и одноимёнными полюсами (см. фото).

А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Экспериментируя с полосовым магнитом и металлическими опилками, ШУНТик снял необычный эффект (см. видео по ссылке <https://youtu.be/E-P78UbXa1Q>). Продемонстрируйте опыт во время доклада или представьте авторский видеофрагмент. Объясните наблюдаемый эффект.



## M – ЗНАЧИТ МАГНИТ



$$S + S = S + N = N + N$$

Возьмите три палочки спагетти разной длины и наденьте на один из концов одинаковые шарики из пластилина. Зажмите вторые концы палочек в руке и приведите их в колебательное движение, двигая рукой в горизонтальной плоскости назад вперёд с небольшой амплитудой. При определенных частотах можно обнаружить, что амплитуда колебаний некоторых палочек спагетти резко возрастает.

А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Исследуйте зависимость частоты, при которой палочка спагетти начинает резонировать, от её длины, массы кусочка пластилина.

## КОЛЕБАНИЯ ПАЛОЧЕК



*Главное – не сломать!*

## ДЕНЬ III. 14.03.2021

Экспериментируя с различными взвесями в воде, ШУНТик обнаружил необычный эффект. Если молотый кофе залить горячей водой, после чего остудить, взболтать и перелить в две пробирки, то быстрее в осадок кофе выпадет в той пробирке, которая стояла в стойке под наклоном (см. фото).

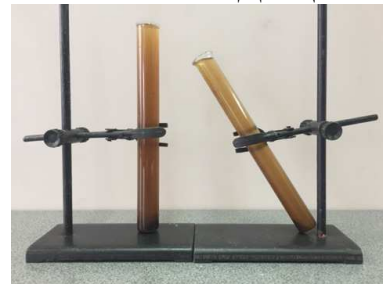
А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Исследуйте, при каком угле скорость оседания частиц максимальна.

В) Проведите не менее трёх экспериментов с другими взвесями в воде. Выясните, какие ещё факторы оказывают влияние на скорость оседания частиц.



### НОВАЯ ТРАДИЦИЯ



*Оптимальный угол для оседания кофе.*

Из листа плотного (например, гофрированного) картона вырежьте диск и кольцо одинакового внешнего радиуса (например, 10 см), после чего запустите, закрутив, летающие игрушки с одинаковой начальной скоростью. Какая из них улетела дальше?

А) Сконструируйте установку для запуска летающих игрушек. Продемонстрируйте установку во время доклада или представьте авторский видеосюжет.

Б) Пронаблюдайте явление и объясните описанный эффект.

В) Исследуйте, как дальность полёта кольца зависит от радиуса его внутреннего отверстия при постоянном внешнем радиусе.



### ДИСКИ И КОЛЬЦА



*В этом споре должна быть поставлена .*

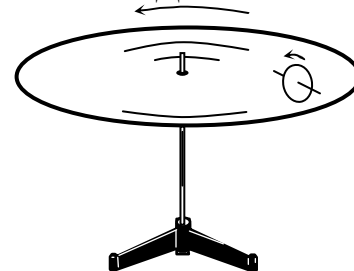
Если на раскрученный диск для изучения кругового движения поставить резиновое колёсико диаметром до 7 см и, удерживая за стержень, проходящий через ось колёсика, дать возможность ему раскрутиться, то после извлечения стерженька из колёсика, оно будет заметное время вращаться вокруг оси, практически не смещаясь относительно стола.

А) Объясните причину устойчивого движения колёсика, а также сохранения положения относительно стола.

Б) Через некоторое время колёсико может выйти из положения равновесия и после сложного движения упадёт в центре диска, так что оси колёсика и диска практически совпадут (<https://youtu.be/YZBIVxy0ees>). Объясните причину такого поведения колёсика.



### КОЛЁСИКО НА ДИСКЕ



*Попадание точно в центр диска.*

Если радиометр Крукса поместить в область с пониженной температурой, то крыльчатка внутри него начнёт вращаться (см. видео по ссылке <https://youtu.be/3L4g2w1pR9w>).

А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Предложите эксперимент, в котором при изменении внешней температуры крыльчатка вращается в другую сторону. Продемонстрируйте опыт во время доклада или представьте авторский видеоклип. Объясните наблюдаемое явление.

В) Исследуйте зависимость максимальной скорости вращения крыльчатки от разности начальной температуры радиометра и температуры окружающей среды.

*Примечание:* для проведения экспериментов можно поливать радиометр водой (0...45°C).



## ЗАГАДОЧНОЕ ВРАЩЕНИЕ

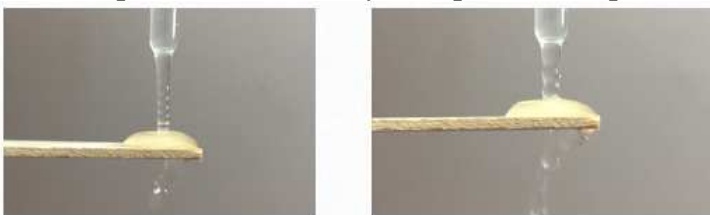


*Новое применение  
старых приборов.*

Если под вертикальную струю воды, вытекающую через узкое отверстие диаметром примерно 3 мм (например, наконечник от пипетки) подставить горизонтальное препятствие (например, линейку), то её поверхность становится волнистой.

А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Исследуйте зависимость количества волн и длины волны от скорости струи воды, расстояния между отверстием и препятствием.



## ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВОЛНЫ



*Иногда вода  
сминается при ударе.*

Вырежьте в центре бумажного полотенца отверстия правильной геометрической формы. Один конец полотенца опустите в сосуд с водой, второй – оставьте свободно свисать с края сосуда. Вблизи того конца, который опущен в сосуд с водой, поставьте несколько точек красным перманентным маркером (см. рис.).

А) Пронаблюдайте и объясните описанный эффект.

Б) Исследуйте и объясните с точки зрения физики обтекание препятствий правильных геометрических форм (прямоугольник, треугольник, ромб и круг) и размеров.



## ОБТЕКАНИЕ ПРЕПЯТСТВИЙ



*Когда не страшны  
никакие преграды!*