

## ПЕРВЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ БОЙ. ДОМАШНИЕ ЗАДАЧИ

Во время хоккейных матчей болельщики часто используют сложенные листы картона (так называемые «хлопушки»), чтобы создавать характерные щелчки на трибунах.

А) Исследуйте, как количество одновременно складываемых листов картона влияет на громкость производимого звука. Для эксперимента рекомендуется использовать матовый картон плотностью  $200 \text{ г/м}^2$ .

Б) Исследуйте, как характеристики листов бумаги и способ их взаимного расположения (например, сложены «веером», сдвинуты друг относительно друга) влияют на громкость и иные параметры звука.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

*Примечание:* для получения объективных количественных данных используйте микрофон и специальное программное обеспечение на смартфоне или компьютере. Оценка на слух является субъективной и неточной.

### ЗВУК СОГНУТОЙ КАРТОНКИ



*Поддержи любимую команду!*

В отсутствие чашки, чтобы не обжечь руки, горячий чай часто наливают в два пластиковых стаканчика, вставленных один в другой.

А) Исследуйте, как количество вставленных друг в друга пластиковых стаканчиков объемом 0,2 л влияет на эффективность теплоизоляции (скорость остывания воды).

Б) Исследуйте, как материал (например, пластик, бумага) и геометрия (например, размеры, воздушные зазоры) стаканчиков влияют на эффективность теплоизоляции.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

**Внимание!** Будьте осторожны при работе с горячей водой!

### ДВОЙНОЙ СТАКАНЧИК



*«Иногда двое не в два раза лучше, чем один»*

Было замечено, что при складывании из стержней (например, из карандашей, соломинок, стержней от штативов) пирамидок под весом верхних уровней нижние стержни начинают разъезжаться в стороны.

А) Исследуйте, как зависит критическое количество уровней пирамидки от геометрии стержней (например, длины и диаметра), их массы и жесткости, материала и типа (например, сплошные и полые). В данном пункте используются только цилиндрические стержни.

Б) Определите, как на устойчивость системы влияет форма стержней (например, треугольные и шестиугольные карандаши) и шероховатость поверхности основания.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

*Примечание:* для экспериментов используйте однородные стержни (круглые и треугольные карандаши, полые и сплошные соломинки), для измерения углов и критических нагрузок используйте угломер и видеосъемку.

### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ БУНТ



*Когда нижний уровень не выдерживает...*

Если подставить кружку с чаем без сахара под струю воды, вытекающую из-под крана, то можно заметить, как чай постепенно «вытесняется», а в стакане остается практически чистая вода.

А) Исследуйте, как скорость «вытеснения» окрашенной жидкости зависит от скорости и диаметра вытекающей струи чистой воды.

Б) Выясните, как влияет на процесс «вытеснения» начальная концентрация напитка (например, чая, кофе) и геометрия сосуда.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

*Примечание:* для точной оценки концентрации напитка в процессе вытеснения можно использовать специальный датчик мутности (турбидиметр) или калибровку по цвету с помощью камеры смартфона и специального программного обеспечения.

## СТРУЯ ВОДЫ И КРУЖКА ЧАЯ



*Исцеление выглядит  
именно так!*

## ПЕРВЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ БОЙ. КЛАССНЫЕ ЗАДАЧИ

Если пружинку с линки подвесить за концы, расположенные на одном горизонтальном уровне на расстоянии  $L$ , то ее середина провиснет на высоту  $H$ .

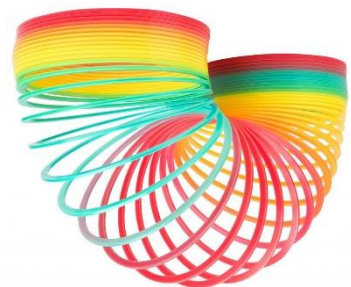
Известно, что  $H = A \frac{mg}{k} N^C + BL$ , где  $N$  – число витков,  $m$  – масса одного витка,  $k$  – жесткость одного витка, а  $A$ ,  $B$  и  $C$  – некоторые численные коэффициенты.

А) Исследуйте зависимость  $H$  от  $L$ .

Б) Исследуйте зависимость  $H$  от  $N$ .

В) Определите численные значения коэффициентов  $A$ ,  $B$  и  $C$ .

## ПРУЖИНКА СЛИНКИ



*Патент  
№2,415,012*

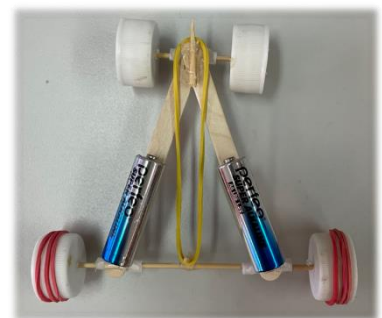
## САМОДЕЛЬНАЯ МАШИНКА

Из палочек для мороженого, трубочек для коктейля, шпажек, батареек, пробок от пластиковых бутылок и банковских резинок соберите машинку, изображенную на рисунке.

А) Объясните с точки зрения физики принцип движения машинки.

Б) Исследуйте, как пройденное машинкой расстояние зависит от угла закручивания резинки (количества оборотов задней оси).

В) Оцените КПД получившейся машинки (отношение кинетической энергии машинки к потенциальной энергии резинки).



*На старт, внимание,  
поехали!!!*

## ВТОРОЙ ФИЗИЧЕСКИЙ БОЙ. ДОМАШНИЕ ЗАДАЧИ

Если положить столовую ложку густого меда на край плоской тарелки и затем медленно наклонять ее, то масса начинает медленно «ползти» вниз, оставляя за собой характерный след.

А) Исследуйте, как зависит скорость движения «фронта» меда от угла наклона плоскости.

Б) Выясните, как на характер стекания влияют физические свойства жидкости, взаимодействие жидкости с материалом поверхности.

В) Выясните, при каких условиях «фронт» становится неустойчивым и начинает ветвиться, образуя «пальцы» (явление, аналогичное неустойчивости Саффмана-Тейлора)?

*Примечание:* для измерения скорости и фиксации формы «фронта» можно использовать видеосъемку с последующей обработкой кадров. Обратите внимание на воспроизводимость результатов.

### ПОЛЗУЧИЙ МЕД



*Как мёд покоряет  
силу тяжести*

Типичное утро в лаборатории профессора обещало быть рутинным: приглушенный свет настольной лампы, монотонный гул машин за окном и терпкий аромат свежесваренного чая с сахаром. Но привычный ход событий был нарушен в одно мгновение. Неловкое движение – и из кружки на пол упало несколько капель чая. То, что последовало за этим, заставило профессора остановиться и придвинуть очки на переносицу: на полу красовалась лужица-«блинчик», а вокруг нее, подобно миниатюрному шедевру, сияла «корона» из мельчайших брызг.

А) Исследуйте, как размеры «блинчика», расстояние от блинчика до «короны», а также длина следов брызг зависят от высоты падения капель, их размеров, количества, наличия примесей (например, сахара, соли).

Б) Выясните, какие еще дополнительные факторы (например, наклон поверхности, физические свойства жидкости) влияют на результаты эксперимента.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

### КОРОНАЦИЯ БЛИНЧИКА



*Да здравствует его  
углеводное Величество!*

Две плотно сложенные и сильно перекрученные резинки в натянутом состоянии демонстрируют необычное поведение: при сближении рук на них образуются «узлы», которые исчезают при обратном движении.

А) Исследуйте, как зависит длина «узла» от силы натяжения резинок при разных углах «закрутки».

Б) Выясните, как на процесс образования «узлов» влияет толщина и длина нерастянутой резинки.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты.

### САМОЗАВЯЗЫВАЮЩИЕСЯ «УЗЛЫ»



*Запутай себя в науке:  
тайна спонтанных «узлов»*

При попытке измерить длину протяженного объекта (более 2–3 метров) в одиночку обычной 5-метровой рулеткой возникает проблема: рулетка начинает изгибаться, провисать, а при достижении определенной длины резко «надламываться», делая измерения практически невозможными.

А) Исследуйте, при какой длине вытянутой рулетки возникает сначала устойчивый изгиб – провисание, а затем неустойчивость – «надлом».

Б) Используя вместо рулетки лист бумаги, выясните, как на критическую длину влияет ширина и толщина листа бумаги, ее характеристики.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

## ПРИЧЕМ ТУТ ПИЦЦА?



Когда рулетка говорит:  
«ХВАТИТ» :-)

## ВТОРОЙ ФИЗИЧЕСКИЙ БОЙ. КЛАССНЫЕ ЗАДАЧИ

Из палочек для мороженого, банковских резинок и пластиковой крышки соберите катапульту, изображенную на рисунке.

А) Объясните с точки зрения физики принцип действия катапульти.

Б) Исследуйте, как зависит дальность полета снаряда от:

- его массы;
- угла «запуска»  $\theta$  (при деформации палочки);
- угла «натяжения»  $\varphi$  (при вершине треугольника).

**Внимание!** В качестве снарядов можно использовать только шарики из бумаги!

## КАТА ПУЛЬКА



Бери меньше, кидай дальше,  
стой дольше

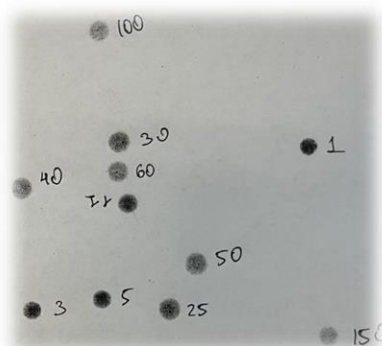
Если положить лист копировальной бумаги (красящей стороной вниз) на стопку белых листов и уронить на неё сверху металлический шарик, то в месте удара на верхнем листе стопки белой бумаги останется отпечаток.

А) Исследуйте зависимость диаметра отпечатка шарика на листе белой бумаги от высоты, с которой он падает на поверхность стола. В данном эксперименте используйте только один лист белой бумаги. Объясните полученные результаты.

Б) Исследуйте зависимость диаметра отпечатка шарика на листе белой бумаги от количества листов в стопке. Объясните полученные результаты.

В) Объясните изменение яркости пятна при изменении количества листов белой бумаги в стопке под листом копировальной бумаги.

## ДВАЖДЫ В ОДНУ ВОРОНКУ



1, 3, 5, 7, 10  
МНОГО...

## ТРЕТИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ БОЙ. ДОМАШНИЕ ЗАДАЧИ

Хорошо известно, что если через тонкую металлическую проволоку течет достаточно большой постоянный ток, то она греется и перегорает. Для проведения экспериментов используйте медную проволоку без эмали диаметром  $\sim 0,1$  мм.

А) Измерьте, при каком токе  $I_{max}$  используемая вами проволока перегорает.

Б) Количественно изучите, что происходит с проволокой, если ток  $I$ , текущий через нее, немного меньше  $I_{max}$ . Проведите эксперименты при разных значениях тока  $I$ .

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

*Примечание:* при проведении экспериментов изолируйте проволоку от потоков воздуха!

**Внимание!** Задача выполняется только в присутствии руководителя или наставника!

### МЕДНЫЙ БУНТ



*А перегорать-то она и не думает*

Известно, что скорость распространения звука в воде зависит от ее температуры. Соберите установку, позволяющую точно измерять скорость звука в жидкости.

А) Продемонстрируйте измерение скорости звука в предложенной вам жидкости (500 мл) в течение 5 минут во время физического боя.

Б) Исследуйте зависимость скорости звука в воде от температуры.

В) На основании проведенных наблюдений и экспериментальных исследований объясните полученные результаты, постройте физическую модель.

### ВОЗВРАЩЕНИЕ ЛЕГЕНДЫ



*И тут они поняли...  
все только начинается*

## ТРЕТИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ БОЙ. КЛАССНЫЕ ЗАДАЧИ

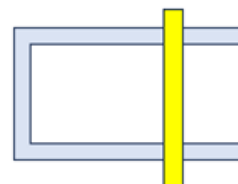
Из куска проволоки в изоляции сделайте конструкцию, изображенную на рисунке. Положите на концы проволоки в изоляции пластиковую трубочку, после чего погрузите конструкцию в мыльный раствор. Если аккуратно достать конструкцию из мыльного раствора и отпустить пластиковую трубочку, то она придет в движение.

А) Объясните с точки зрения физики наблюдаемое явление.

Б) Исследуйте зависимость координаты пластиковой трубочки от времени. Объясните полученные результаты.

В) Исследуйте зависимость времени движения пластиковой трубочки от расстояния между проволоками.

### МЫЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ



*Стоп!  
Снято!*

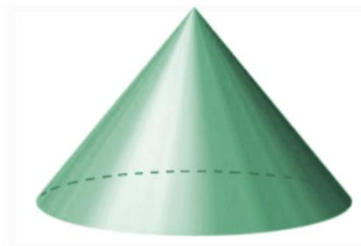
Если тело движется ускоренно во внешней среде, то среда ускоряется вместе с этим телом. С точки зрения динамики этот процесс можно описать как то, что вместе с телом ускоряется некоторая масса  $m$ , которую называют *присоединенной массой*.

Рассмотрим бумажный конус с углом при вершине  $\alpha = 120^\circ$ , радиусом основания  $R$ .

А) Снимите зависимость вертикального положения конуса  $y$  от времени  $t$  при его свободном падении.

Б) Найдите безразмерный коэффициент  $C$ , связывающий присоединенную массу и геометрию воздушного потока вокруг конуса  $m = C\rho R^3$ , где  $\rho$  – плотность воздуха.

## ЛЕТАЮЩИЙ КОНУС



*Балласт  
берем*

Из четырех полосок бумаги, шпажки и банковских резинок соберите установку, изображенную на рисунке. Если вращать шпажку с некоторой угловой скоростью, то расстояние между точками крепления полосок на шпажку будет изменяться.

А) Объясните с точки зрения физики причину изменения расстояния между точками крепления полосок на шпажку.

Б) Исследуйте, как зависит расстояние между точками крепления полосок на шпажку от:

- угловой скорости вращения;
- ширины полосок бумаги;
- поверхностной плотности бумаги.

## БУМАЖНАЯ ЦЕНТРИФУГА



*Ручной привод  
в действии*

Если запустить пластиковый транспортир плашмя вдоль поверхности стола с одной же той же начальной скоростью, но разными сторонами, то наблюдается весьма интересный эффект: в одном случае транспортир практически сразу останавливается, а в другом – пролетает значительное расстояние.

А) Объясните с точки зрения физики наблюдаемое явление.

Для последующих пунктов рассматривайте только второй случай, описанный в условии задачи.

Б) Исследуйте, как зависит дальность «полета» транспорта от его начальной скорости.

В) Если ударять не по центру транспорта, то он начинает еще и вращаться. Исследуйте зависимость числа оборотов, сделанных транспортом, от расстояния между местом удара и центром транспорта.

## ЛЕТАЮЩИЙ ТРАНСПОРТИР



*Школьный летательный  
аппарат*