

Д. ПОГУЛЯЕВ, ученик 3 «А» класса ГОУ «СОШ №1912» (руководитель — Н.Ю. Анашина, методист Зеленоградского центра психолого-медико-социального сопровождения, школа сильного мышления, ГЭП-2 «Творческая компетентность»)

ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫСОКИХ ПРЕДМЕТОВ?

Сейчас в Москве много высоких домов и сооружений, например, Останкинская башня, небоскреб в районе Ленинградского шоссе, высоченные жилые дома. А на них же дует ветер. Если ветер дует на парус, то корабль плывет. Дому двигаться нельзя, но ведь у дома стены бывают больше, чем паруса у корабля. Как сделать, чтобы он не падал? Говорят, что, когда Останкинская башня горела, все боялись, что она упадет. А она не упала. Почему? Чтобы ответить на этот вопрос, надо узнать, каким способом архитекторы и строители добивались такого устойчивого положения.

И я решил узнать, от чего зависит устойчивость разных предметов и сооружений.

Цель проекта: выяснить, от каких свойств и признаков зависит устойчивость высоких предметов.

Задачи проекта:

- проделать опыты с высокими предметами и с низкими;
- проделать опыты с предметами, у которых меняется вес;
- узнать, при каких условиях предметы падают легче, а при каких труднее;
- выделить признаки и сделать выводы.

ГИПОТЕЗА

Корни деревьев расходятся в разные стороны, у Останкинской башни внизу «ноги» расходятся широко. Если под ногами пол автобуса трясется, легче усидеть, чем устоять. Возможно, чем шире основание, тем устойчивее? И чем ниже, тем устойчивее?

ОПЫТЫ

Понятие центра тяжести

Использовалась: пластиковая бутылка 1,5 л.

Ход опыта: бутылка наполнялась водой полностью и наполовину. По ней также ударяли с помощью арбалета с разной силой.

Результаты: чтобы свалить бутылку, наполненную наполовину, нужно натягивать резинку арбалета больше (чтобы удар получился сильнее).

Физики ввели понятие «центр тяжести» — это такая точка, которую можно было бы назвать точкой равновесия. В полной бутылке центр тяжести находится на вертикальной линии, которая проходит через середину бутылки, она же симметричная! А по высоте — скорее всего, на середине. Потому что я считаю, что вес доньшка и пробки приблизительно одинаковый. А стороны бутылки имеют одинаковый вес вокруг этого центра.

Когда в бутылке половина воды, центр тяжести опускается вместе с водой по этой вертикальной линии. И теперь он находится чуть выше середины линии от уровня воды до дна бутылки.

Наверное, когда мы пытаемся ударом свалить бутылку, нужно «уронить» центр тяжести. Вот и нужно бить по неполной бутылке сильнее, чем по полной.

Проверка устойчивости предмета в зависимости от площади его основания

Использовалась: коробка с шахматами.

Ход опыта: коробка ставилась на длинное и короткое ребро, затем по ней ударяли с одинаковой силой, но на разных высотах.

Результаты:

1. Если ставить коробку на короткое ребро (меньшее основание), уронить ее легче, особенно если наносить удар по верхней части.
2. На длинном ребре (большее основание) уронить коробку можно, только увеличив силу удара.
3. И еще сложнее уронить, если бить по нижней части (прямо над основанием).
4. А когда коробка лежит, стучи по ней или не стучи, она не переворачивается. Потому что и так уже лежит.

Проверка устойчивости предмета в зависимости от его высоты

Использовались: пластиковые бутылки разной высоты, но с одинаковым основанием.

Ход опыта: из рогатки стреляли по пустым бутылкам бумажными шариками, целясь в верх-



Бутылки готовы к бою!

нюю, нижнюю и среднюю часть. Произведено не менее 5 выстрелов в каждую цель для точности результата.

Результаты:

1. Очень легко падала высокая бутылка при попадании в верхнюю часть — достаточно было чуть зажать горлышко.

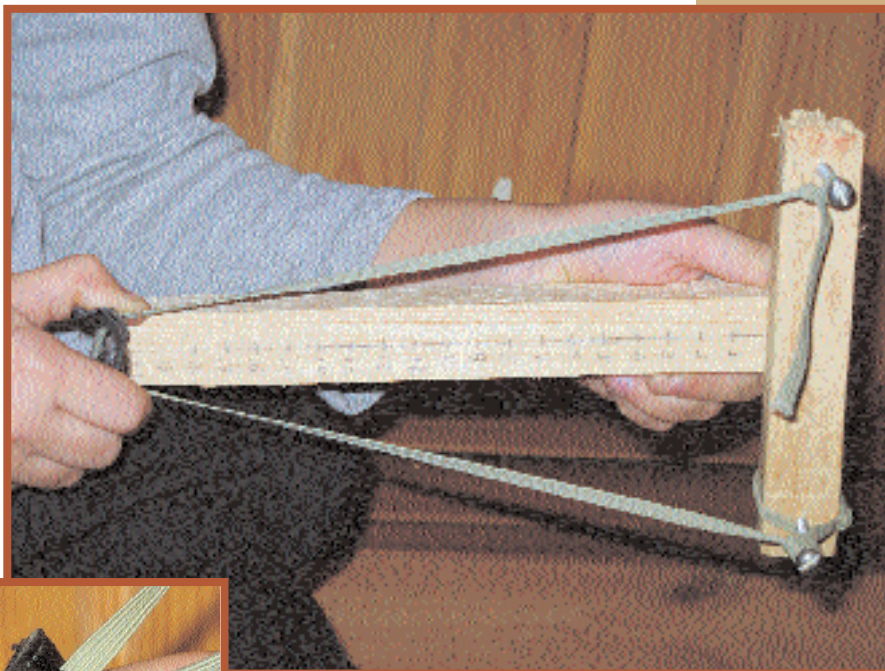
2. Чтобы бутылка упала при попадании в среднюю часть, целиться надо точнее и удар должен быть сильнее.

3. Труднее всего уронить низкую бутылку, особенно если стрелять чуть выше основания.

Проверка устойчивости бутылки в зависимости от количества жидкости (от веса или массы)

Использовались: пластиковые бутылки: № 1 — 1,5 л, диаметр основания такой же, как диаметр остальной части, — 8,5 см; № 2 — 1,5 л, диаметр основания больше, чем диаметр другой части бутылки, и составляет 10 см; № 3 — 0,6 л, диаметр основания такой же, как диаметр остальной части, — 6 см.

Чтобы наносить удары одинаковой силы, из деревянных брус-



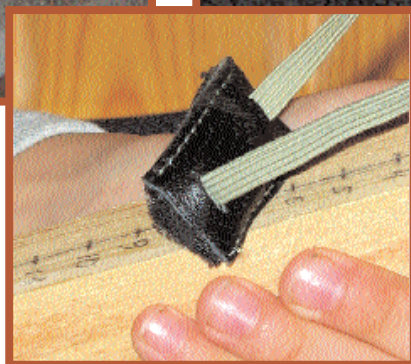
*Вот оно, грозное оружие!
Мини-арбалет*

ков был сделан мини-арбалет, только без курка. На него нанесли сантиметровые деления, чтобы натягивать резинку с одинаковой силой.

В качестве ударного механизма (бойка) использовался мешочек с металлической гайкой внутри.

Конструкция получилась простая, но работала неплохо (только резинку надо было все время поправлять, и гайка пыталась «съехать» в какой-нибудь угол мешочка, пришлось закреплять ее положение нитками).

Ход опыта: из мини-арбалета с помощью бойка наносили удары по бутылкам с водой. Боек натягивался на одинаковое расстояние. Опыт проводился так: в наполненную водой доверху бутылку наносились удары попеременно в верхнюю, среднюю и нижнюю часть, результаты записывались. Затем то же самое проделывалось с бутылкой, наполненной наполовину, а затем — на четверть. Каждая серия состояла не менее чем из пяти ударов.



Боек. А когда-то это была застёжка для моих зимних сапог...



Бутылка № 1, наполненная наполовину



Бутылка № 1, наполненная на четверть, падает от удара в верхнюю часть



Приготовились...



Удар в нижнюю часть бутылки № 2, наполненной доверху. Бутылка устояла



Первое мгновение после удара...



Бабах!!! И бутылка № 2, наполненная на четверть, падает от удара в верхнюю часть



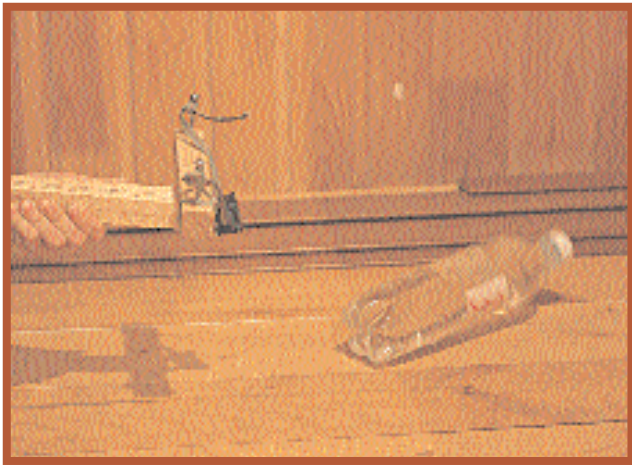
Падает....



Самая маленькая из «подопытных» бутылок — № 3



Почти упала...



Теперь точно не устоит

Результаты опытов записаны в таблицах. В них отражены движения всех бутылок, которые во время опытов вели себя по-разному: наклонялись слабо или сильно и опять становились на донышко; сдвигались слабо или сильно; падали.

Я считаю, что сдвинуть бутылку легче, чем наклонить. Ведь даже большой шкаф один человек может наклонить, а вот сдвинуть одному шкаф сложно. Только очень сильный это сделает. Поэтому, чтобы привести хоть какие-то числа, потому что науки без вычислений и сравнений не бывает, а решил давать баллы за движения бутылок. Слабое движение — мало баллов, сильное движение — много. Тогда можно сравнить степень неустойчивости у разных бутылок.

Таблица 1

Бутылка № 1 — 1,5 л, диаметр основания такой же, как диаметр остальной части, — 8,5 см

Степень наполнения водой	Место удара	Результат	Оценка движения бутылки после удара (от 1 до 5 баллов)
Полная	Сверху	Пошатнулась, но не упала	3
	В середине	Пошатнулась меньше	2
	Снизу	Слегка пошатнулась	1
Половина	Сверху	Упала	5
	В середине	Чуть сдвинулась и чуть пошатнулась	3 + 1 = 4
	Снизу	Сдвинулась чуть больше	4
Четверть	Сверху	Упала	5
	В середине	Упала	5
	Снизу	Пошатнулась и сдвинулась	3 + 1 = 4

По данным табл. № 1 строим две диаграммы.

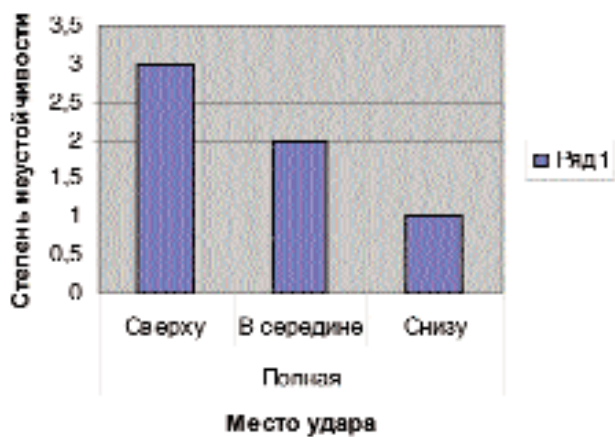


Рис. 1. Степень неустойчивости бутылки № 1 от места удара

Из рис. 1 видно, что при ударе сверху бутылка наиболее неустойчива, а от удара снизу она двигается чуть-чуть.

Рис. 2 показывает, что наиболее неустойчива бутылка с малым количеством воды, особенно если бить сверху или по середине бутылки.

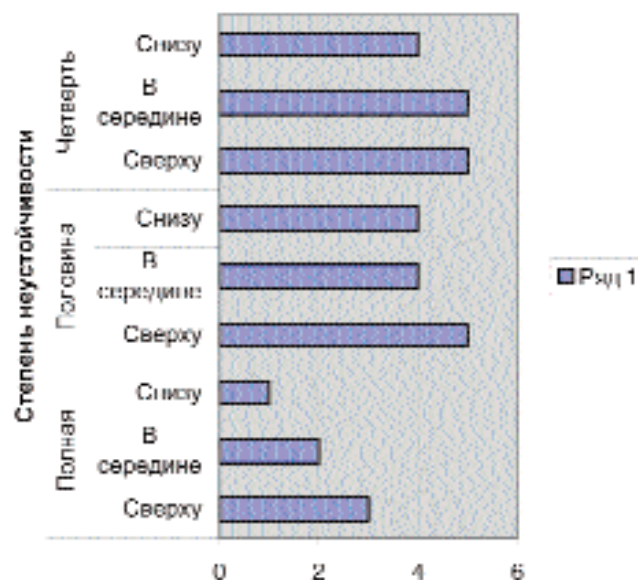


Рис. 2. Степень неустойчивости бутылки № 1 в зависимости от количества воды (веса, или массы)

Таблица 2

Бутылка № 2 — 1,5 л, диаметр основания больше, чем диаметр другой части бутылки, и составляет 10 см.

Степень наполнения водой	Место удара	Результат	Оценка движения бутылки после удара (от 1 до 5 баллов)
Полная	Сверху	Пошатнулась	1
	В середине	Сдвинулась	2
	Снизу	Чуть сдвинулась и чуть пошатнулась	2 + 1 = 3
Половина	Сверху	Сильно наклонилась, но не упала	3
	В середине	Сдвинулась	3
	Снизу	Сдвинулась, но меньше	2
Четверть	Сверху	Упала	5
	В середине	Упала	5
	Снизу	Сдвинулась	3

Таблица 3

Бутылка № 3 — 0,6 л, диаметр основания такой же, как диаметр остальной части, — 6 см

Степень наполнения водой	Место удара	Результат	Оценка движения бутылки после удара (от 1 до 5 баллов)
Полная	Сверху	Упала	5
	В середине	Пошатнулась	2
	Снизу	Упала	5
Половина	Сверху	Упала	5
	В середине	Пошатнулась	2
	Снизу	Упала	5
Четверть	Сверху	Упала	5
	В середине	Упала	5
	Снизу	Пошатнулась	2



Рис. 3. Сравнение степени неустойчивости полных бутылок № 2 и 3

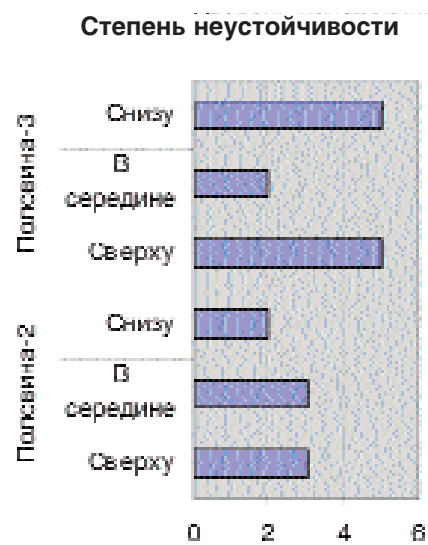


Рис. 4. Сравнение степени неустойчивости бутылок № 2 и 3, заполненных наполовину

Степень неустойчивости

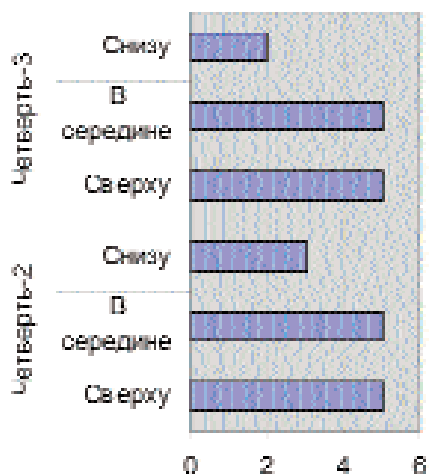


Рис. 5. Сравнение степени неустойчивости бутылок № 2 и 3, заполненных на четверть

Рис. 3 показывает, что неустойчивость бутылки № 3 с меньшим доньшком выше, чем у бутылки № 2 с большим дном.

Рис. 4 аналогичен рис. 3. У маленькой бутылки (№ 3) неустойчивость выше, если она заполнена наполовину. А когда воды мало в обеих бутылках, т. е. у них маленькая масса, они почти одинаково неустойчивы при равных ударах сверху и в середине.

А результаты на рис. 5 показывают, что устойчивость маленькой бутылки при ударе снизу выше, чем у большой бутылки!

Проверка устойчивости предмета в зависимости от веса

Использовалась: небольшая коробка из-под конструктора Lego.

Ход опыта: коробка загружалась деталями конструктора — наполовину и целиком. Затем по ней производились удары мини-арбалетом.

Результаты: чем коробка тяжелее, тем ее труднее свалить.

ВЫВОДЫ

Устойчивость увеличивается от:

- увеличения массы (веса) предмета (полные бутылки реже падали);
- увеличения площади опоры (широкие бутылки с водой до половины и больше были устойчивее);
- понижения центра тяжести (бутылка полная и с водой до половины были почти одинаково устойчивыми);
- уменьшения высоты предмета (при этом центр тяжести тоже понижается);

— увеличения силы трения между предметом и поверхностью (скользкие бутылки легче падали, чем шершавые коробки).

Устойчивость уменьшается от:

- уменьшения массы предмета;
- уменьшения площади основания;
- повышения центра тяжести;
- увеличения высоты предмета;
- уменьшения силы трения между предметом и поверхностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения этих опытов я узнал о понятии «центр тяжести», что благодаря этому понятию гораздо легче объяснить, почему бутылка, заполненная водой наполовину, также устойчива, как и полная. И почему маленькая бутылка, заполненная водой на четверть, оказалась устойчивее бутылки, также заполненной на четверть, но с большим основанием и потому с большей массой. Да потому, что у маленькой бутылки центр тяжести гораздо ниже! Но еще многое нужно узнать и уточнить. Одна бутылка вела себя как неваляшка: покачалась и... встала на место. А другие — падали сразу. И коробки падали сразу, не качались. Но это я проверю потом. Нужно еще физику почитать.

Можно еще придумать много опытов, которые можно объяснить понятием «центра тяжести». Но зато я выяснил, что для удобства и безопасности человека знание центра тяжести используется во многих видах техники:

1. Строительство домов — можно возводить устойчивые высокие здания за счет большой площади опоры, ее массивности, большой тяжести.

2. Транспорт — безопасность любого транспорта повышается, если правильно рассчитать центр тяжести. Устойчивость автомобиля повышается в аварийной ситуации при увеличении площади опоры (большее расстояние между колесами), при невысокой кабине, если основной вес сосредоточен внизу. Потому, оказывается, гоночные машины такие низкие, а колеса шире кузова.

3. Суда — им помогает держаться на воде тяжелый толстый киль, т.е. центр тяжести делают ниже.

4. Обычные бытовые предметы — настольные лампы, мебель, телевизоры, спортивные тренажеры и многие другие вещи — тоже должны быть устойчивыми, удобными и безопасными для человека, потому у них тяжелые круги у основания.

Результаты моей работы можно использовать на уроках по природоведению и на уроках физики, когда проходят центр тяжести.