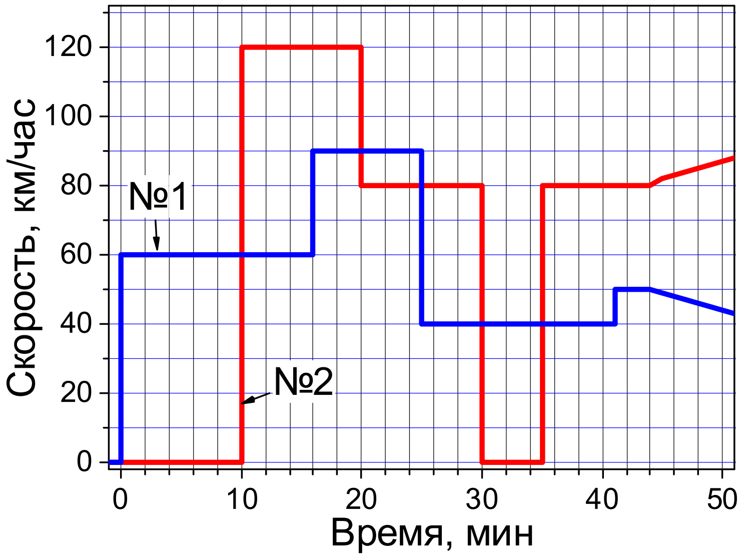
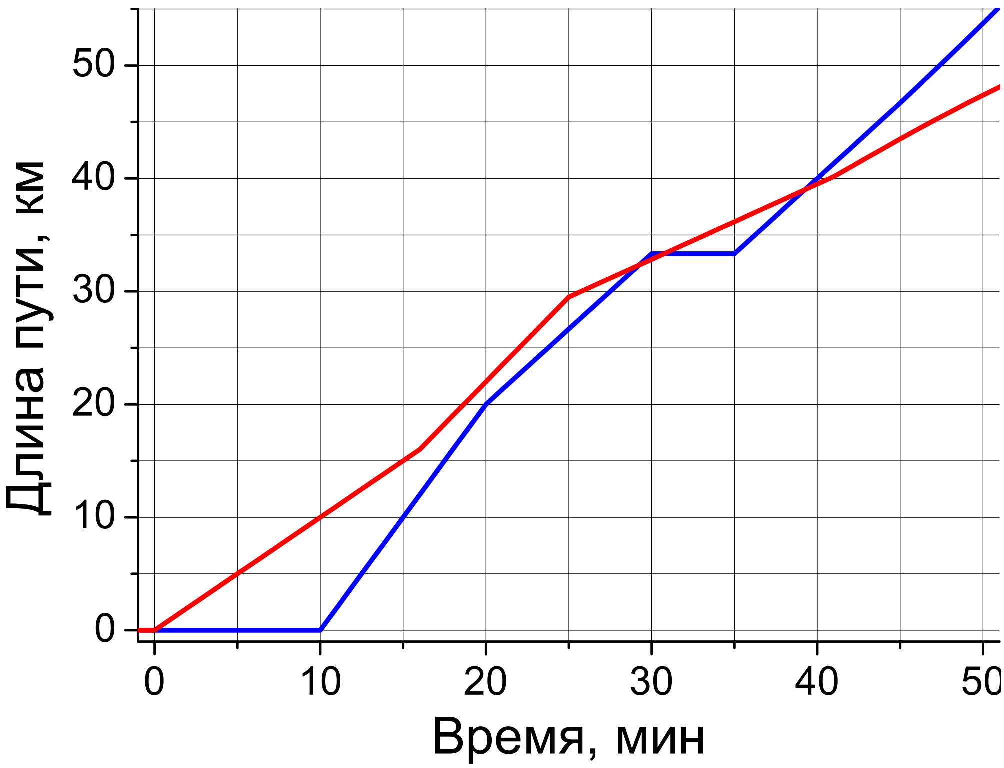
II этап (заочный) Всесибирской олимпиады по физике (декабрь 2017 - январь 2018 г.)
7 класс.
Возможные решения (максимальная оценка за задачу – 10 баллов)

1) Из пункта А по одной дороге выехали две машины. Зависимости их скоростей от времени показаны на рисунке справа. Отсчет времени ведется от момента отправления первой машины (№1). Построив графики зависимостей длины пути от времени для каждой машины, определите, сколько проедет первая машина к тому моменту, когда ее обгонит машина №2?

В решении привести не только численное значение искомой длины пути, но и графики для обеих машин!

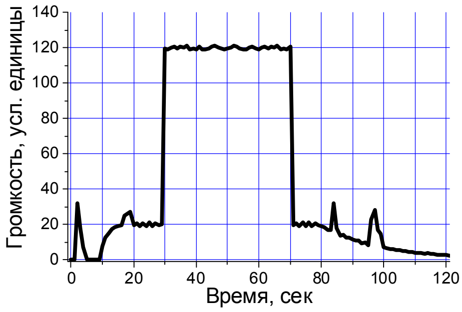


Решение: Графики зависимости пути от времени имеют такой вид:



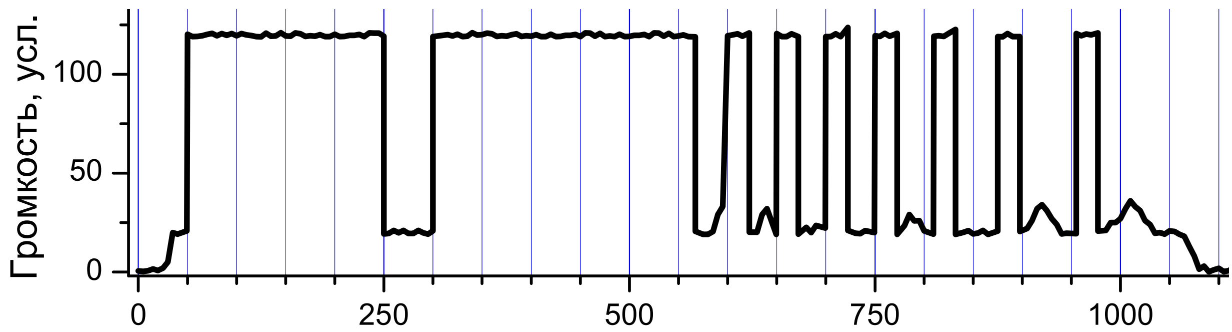
Первая точка пересечения соответствует моменту времени 29 минут и длине пути примерно 32 км, точнее, чуть больше. Если (при корректно построенных графиках) приведенный ответ находится в пределах 31-33 км, то ставится полный балл. Если отличие составляет от ≈1 до ≈3 км, ставится 6 баллов. Если корректно построен график только для одной машины, то ставится 3 балла.

2) Школьник взял микрофон из школьной лаборатории и стал записывать звуки в столярной мастерской, в которой был станок для распиливания древесины.



Когда на этом станке распилили кусок фанеры шириной 20 см, то у него получилась запись громкости в зависимости от времени, как показано справа:

Потом в этой мастерской распилили без остатка один большой прямоугольный лист из той же фанеры. Соотношение длин сторон у этого листа было 1:2, а распилили его на несколько меньших прямоугольников с *соотношением* сторон 2:3. При этом запись громкости звуков имела такой вид, как показано ниже:

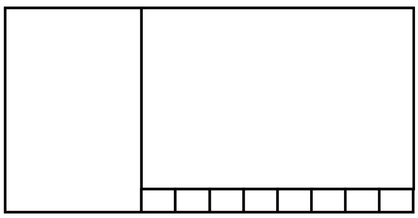


Сколько всего новых прямоугольников получилось из исходного листа фанеры? Чему примерно равна площадь самого большого из новых прямоугольников, если шириной реза можно пренебречь?

Считается, что распил производится от края до края одного целого куска фанеры с постоянной скоростью, и что все представляют себе, как пилят древесину. Если нет, то спросите у родителей.

Решение: Судя по первому графику, распиливание куска на длину 20 см требует 40 сек, т.е. скорость разрезания такой фанеры на этом станке равна 0.5 см/сек (+ 1 балл).

Далее обсуждаем только второй график. Первый распил на втором графике длится примерно 200 сек, т.е. он имеет длину около 1 м (+ 1 балл). Звук от первого распила длится меньше, чем от второго, т.е. в первый раз пилили вдоль *короткой* стороны (+1 балл). Таким образом, исходный прямоугольник имеет размеры 1 м на 2 м (+ 1 балл). Второй распил сделали вдоль *длинной* стороны с длиной реза - примерно 4/3 м (+ 1 балл), а затем сделали 7 *одинаковых* распилов на длину чуть больше 10 см (+ 1 балл). Это значит, что после второго распила появился прямоугольник как раз с такими длинами сторон (если точнее, то 4/3 м и 1/9 м).

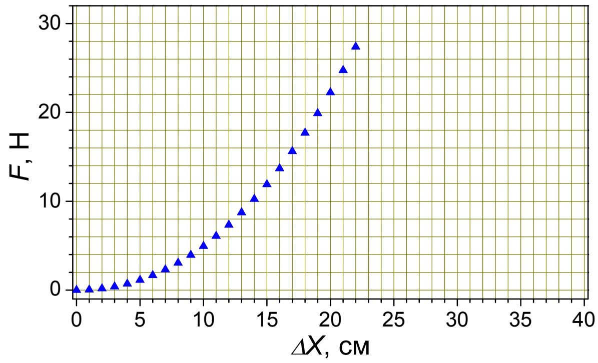


По условию задачи, в конце все прямоугольники имели соотношение сторон 2:3. Это можно сделать так, как показано на рисунке. Т.е. после первого реза сразу получился прямоугольник с длинами сторон 2/3 м и 1 м, после второго реза - прямоугольник со сторонами 4/3 м и 8/9 м. 8 малых прямоугольников сделали 7-ю распилами оставшейся полосы.

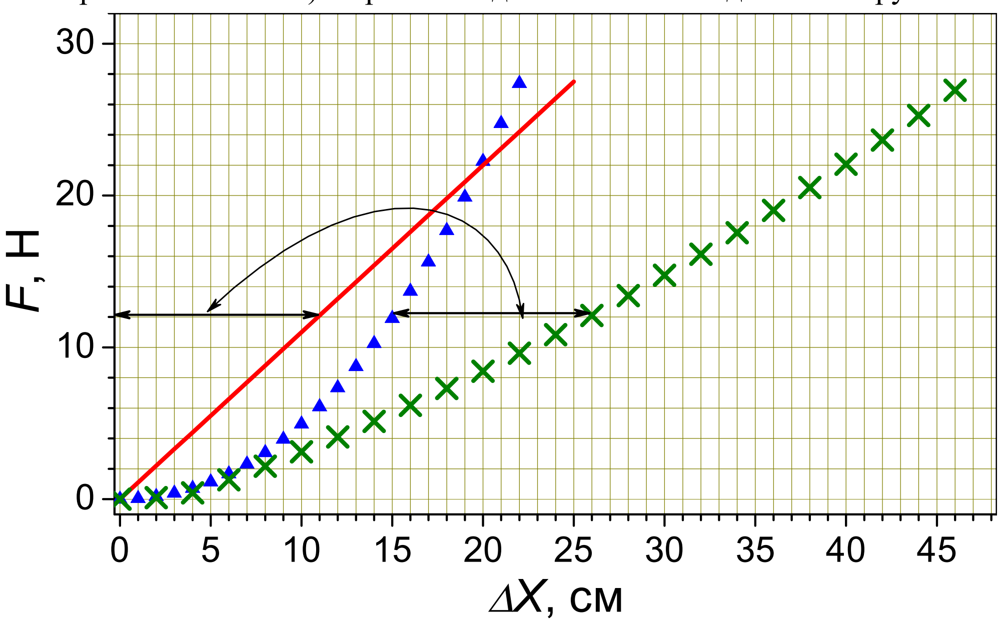
Т.е. получилось 8 малых прямоугольников и два побольше (+ 2 балла). Самый большой имеет площадь 32/27≈1.19 м^2 (+ 2 балла).

3) Школьник нашел пружину, которая имела необычный вид. Он растягивал ее на ΔX и измерял величины сил F, которые растягивали пружину. График, который у него получился, показан на рисунке внизу. Затем школьник взял эту пружину и соединил *последовательно* с обычной пружины с жесткостью 110 Н/м.

Изобразите, по возможности поточнее, график зависимости величины растягивающих сил F от растяжения всей конструкции ΔX. График построить во всем доступном диапазоне значений ΔX. Построение обосновать.



Решение: На таком же графике изобразим зависимость величины сил, которые растягивают пружину с жесткостью 110 Н/м =1.1 Н/см, от величины растяжения (красная прямая, + 3 балла за построение такого графика или корректный учет деформации такой пружины при вычислениях). При последовательном соединении пружин обе пружины



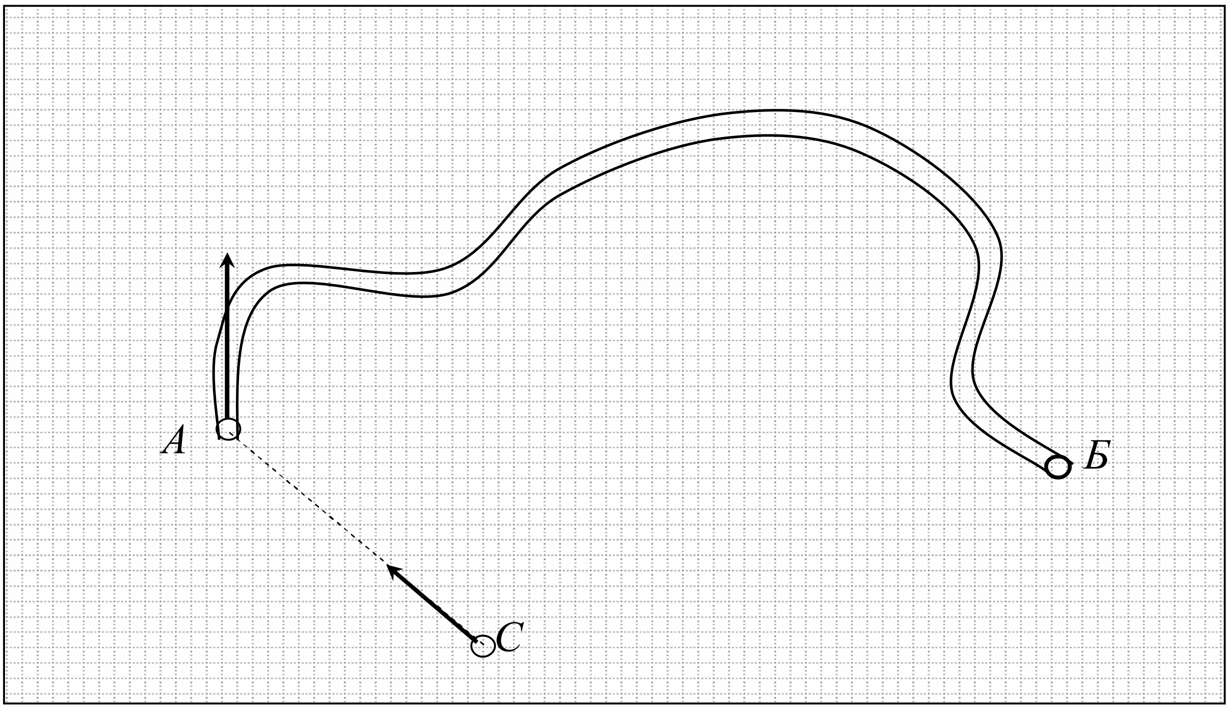
растягиваются одинаковыми по величине силами (+ 2 балла), а их растяжения складываются (+ 2 балла, если это условие корректно использовано при решении).

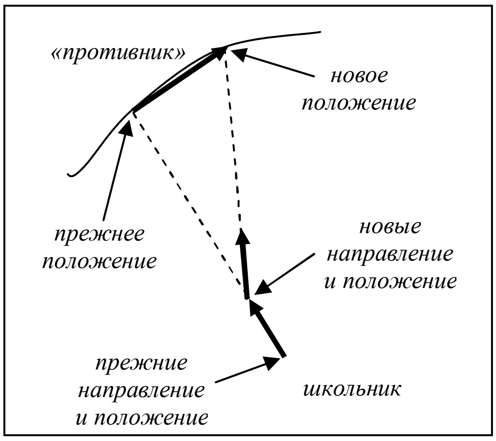
Для примера, при прикладывании силы 12 Н к последовательно соединенным пружинам одна из них растянется примерно на 11 см (обычная), а другая - примерно на 15 см. Т.е. полное растяжение системы оставит около 26 см. Или наоборот, величина сил, растягивающих эту систему пружин на 26 см, составит примерно 12 Н.

Складывая для данной величины силы значения соответствующих ΔX, как проиллюстрировано на рисунке, получаем точки искомого графика (+ 3 балла). Если выполнены корректные построения только при ΔX, не превышающем 35 см, то ставится 7 баллов.

Стандартная «формула» k=k1*k2/(k1+k2) в данном случае неверна, так как нельзя ввести коэффициента жесткости для «необычной» пружины!

4) На соревнованиях по радиопеленгации школьнику было предложено такое задание: стартуя из точки С, догнать «противника», который в тот же самый момент стартует из точки А. «Противник» бежит в точку Б по тропинке, показанной на рисунке в клетку, с постоянной скоростью 2 м/сек.





По условиям соревнования, школьник не знает и не видит, куда бежит его «противник». Однако с помощью пеленгатора он всегда определяет направление на убегающего и бежит в этом направлении.

При какой (*примерно*) минимальной постоянной скорости движения школьник сможет выполнить задание до того, как «противник» добежит до точки Б?

В решении, кроме самой искомой скорости, привести картинку с траекторией и *указанием места встречи* соревнующихся.

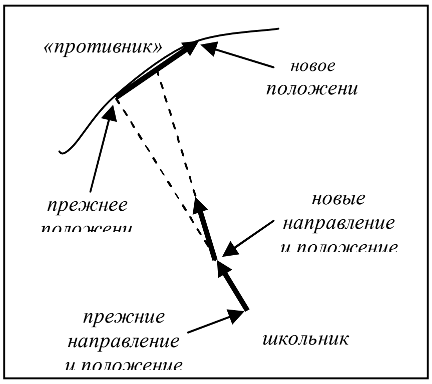
Задачу придется решать подбором с помощью графических построений, пример которых дан на рисунке справа. Можно предложить и использовать другие способы определения траекторий соревнующихся. Каким должно быть соотношение их смещений на каждом шаге, определить самостоятельно.

Решение: При построении отношения смещений соревнующихся, т.е. длин откладываемых отрезков, равно отношению их скоростей (+ 3 балла).

Легко проверяется, то при меньшей скорости школьника никаких особых случаев с выгодным срезанием дороги не получается (+ 2 балла). Построения показывают, что при равных скоростях школьник довольно быстро попадает на тропинку (на втором ее повороте) и после этого бежит по ней до самого конца (+ 2 балла). При этом он отстает от противника не больше, чем на 5% от длины оставшегося пути до Б. Естественно, он не догоняет противника, который бежит с той же скоростью.

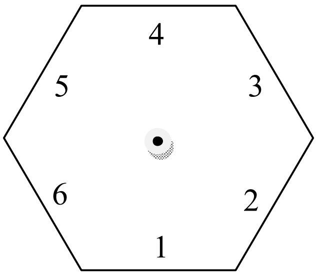
Если же у школьника скорость будет на 5% больше, т.е. 2.1 м/с, то он нагонит противника перед последним поворотом тропинки. Т.е. можно считать, что минимальная требуемая скорость школьника составляет около или чуть-чуть меньше этой величины (+ 3 балла).

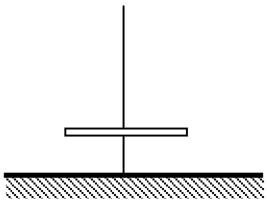
Можно уточнять построения, например, считать, что школьник движется в направлении середины отрезка, который за шаг по времени преодолел его противник (см. пример справа). Но существенно это на ответ не влияет.



5. Задача-эксперимент

В физике довольно часто приходится сталкиваться с экспериментами, в которых многократно проводятся однотипные измерения. Причем результат эксперимента получается не из каждого измерения по отдельности, а из всех вместе. Данная задача чем-то напоминает такой тип эксперимента.





Для *подготовки* к проведению измерений предлагается сделать следующее:

а) По-возможности *аккуратно* вырежьте из не слишком толстого и ровного (!) картона два одинаковых правильных шестиугольника (т.е. все стороны и углы должны быть равны). Перед вырезанием надо сначала начертить шестиугольники на картоне так, чтобы был хорошо отмечен геометрический центр (удобен способ построения с помощью циркуля). Оптимальный поперечный размер фигуры – 4-8 см;

б) Напишите на шестиугольниках цифры возле каждой стороны (как показано в примере на рисунке);

в) Проткните вырезанную фигуру по центру иголкой и вставьте в это отверстие тонкую прочную палочку (вроде деревянной зубочистки или длинного гвоздика), чтобы она торчала с одной стороны на 1-1.5 см, а с другой стороны на 3-6 см (см. рисунок справа);

г) Капните клея, который достаточно жестко склеит палочку и картон так, чтобы палочка была перпендикулярна плоскости фигуры. Дождитесь, пока все высохнет в правильном положении. Если картон будет шататься относительно палочки, капните еще клея, чтобы получился хороший волчок.

Измерения:

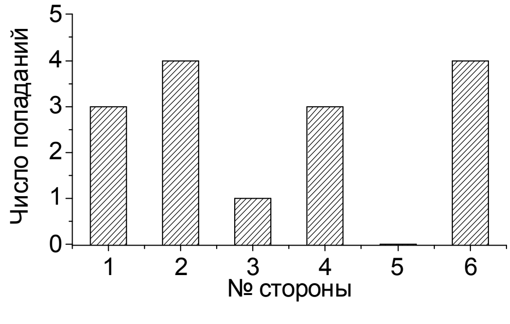
На ровной поверхности не очень сильно раскрутите волчок, через некоторое время он остановится и будет касаться поверхности одной из боковых сторон шестиугольника. Составьте таблицу, в которую Вы будете отмечать, какой номер имеет сторона, которая касается поверхности. Желательно проделать это опыт не менее чем 100 раз.

При этом старайтесь *не деформировать картонный многоугольник*!

	Сторона					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Отметка о резуль-тате	+	+	+	+		+
	+	+		+		+
	+	+		+		+
		+				+

В конечном итоге получится таблица вроде такой, как показано справа:

Далее надо обработать эти данные, составив график (он имеет специальное название - *гистограмма*), который показывает сколько раз какая сторона выпала (дан пример для приведенной таблицы).



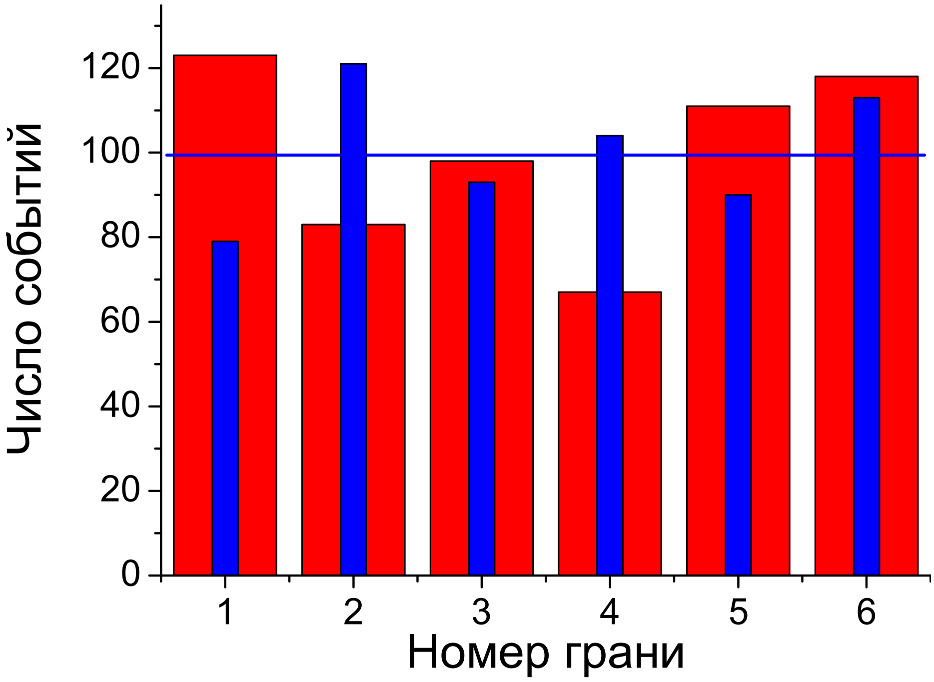
Затем проделайте *такое же* количество измерений для другого волчка и занесите номера соответствующих сторон в таблицу. После этого на том же самом графике, что и для первого волчка, приведите аналогичную гистограмму (желательно другим цветом).

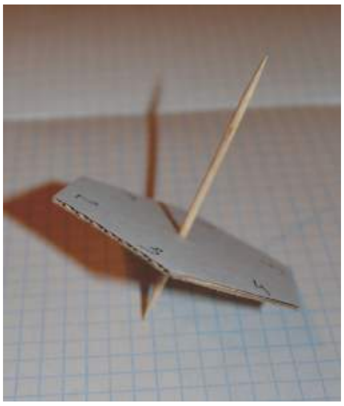
Решением задачи является фотография волчков (лучше с двух ракурсов, чтобы можно было судить об аккуратности изготовления и ровности), таблицы и две, нарисованные в одних осях, гистограммы.

Засчитываться будет только решение с самостоятельно изготовленными волчками. Но можно провести с волчком или кубиком *промышленного изготовления* аналогичные измерения и дополнить решение задачи (тогда должно быть 3 гистограммы).

Решение: Правильный шестиугольник был нарисован с помощью разметочного кронциркуля на тонком картоне, в качестве оси была использована зубочистка.

На гистограмме красным цветом показаны результаты 600 опытов с этим волчком, а синим – результат такого же количества опытов с кубиком промышленного изготовления.





Разброс значений, полученных с самодельным волчком, несколько больше, чем с обычным кубиком. Можно даже заметить, что разница максимальна для диаметрально противоположных сторон волчка, что может указывать на его перекос вдоль диаметра 1-4. Но для уверенного заключения требуется провести большее число испытаний.

Если в решении число испытаний для каждого волчка составляет от 80 до 100, то, при корректном представлении результатов ставится 7 баллов, для числа испытаний от 60 до 80 – 4 балла. Для еще меньшего числа испытаний – 1 балл.

Отметим, что выпадение совершенно одинакового количества различных чисел маловероятно. Например, после 120-ти бросаний идеального кубика вероятность того, что каждое число от 1 до 6 выпадет ровно по 20 раз, составит примерно 0.0013%. Другими словами, если 1 миллион человек сделают по 120 бросаний кубика, то такое равное распределение случится всего у 10-15 человек, но может случиться и у 5 человек, и у 20, даже, но с небольшой вероятностью, может все равно не произойти ни у кого.

Если посчитать вероятность того, что отклонение от среднего не будет превышать 1 (т.е. какое-то число может выпасть 19 или 21 раз), то получится примерно 0.17%. В серии из 120 бросаний кубика максимальное отклонение, равное 2, возникает с вероятностью примерно 0.8%. Для серий из большего числа бросаний соответствующие вероятности будут еще меньше. По этим причинам, если в качестве решения приводится гистограмма, где для любого числа от 1 до 6 количества событий различаются слишком мало (с поправкой на число испытаний), то такое решение рассматривается не как результат реального эксперимента, а как попытка «угадать» его результаты, т.е. невыполнение условий задачи.

При «честном» бросании хорошего кубика с заметной вероятностью должны возникать довольно большие отклонения от среднего. Так, при тех же 120 бросаниях, примерно в половине случаев хотя бы для одной грани число появлений должно отличаться от среднего на 7, т.е. быть равным 13 или 27, или больше. Если пересчитать все на 600 бросаний, то соответствующее весьма вероятное отклонение будет около 15.

При *неидеальном* кубике или волчке, где вероятность выпадения той или иной грани увеличивается или уменьшается в силу дополнительных причин, типичные отклонения от среднего должно быть еще *больше*. Эти соображения и оценки вполне согласуются и с результатами, приведенными на рисунке.