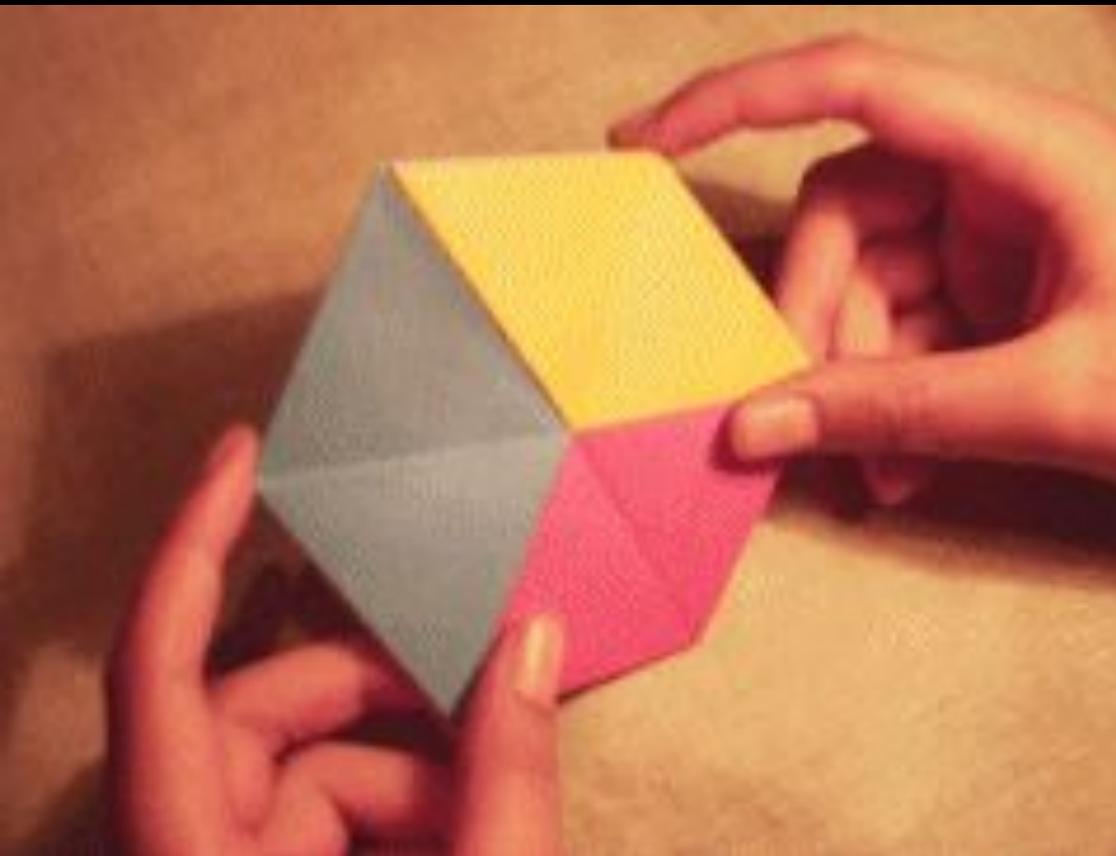


# Флексагоны .



Автор: Андреева  
Ульяна  
ученица 5 класса

МОУ «СОШ села  
Рыбушка»

Руководитель: Муковоз  
Людмила Григорьевна

# Проблема

- Мне нравится заниматься оригами.



- Однажды на уроке «Наглядная геометрия»
- Я услышала незнакомое слово «флексагон».
- Мне стало интересно узнать, что это такое.



# Флексагон - это математическая головоломка из оригами



# Цель: изучение и изготовление простейших флексагонов

- **Задачи:**
  - изучить литературу по данной теме;
  - по схеме сконструировать флексагон,
- раскрасить его;
- научиться вращать флексагон;



# Из словаря:

- слово «флексагон» произошло
- от глагола to flex- сгибаться
- и a polygon - многоугольник, а
- вместе эти слова значат
- «гнутоугольник»



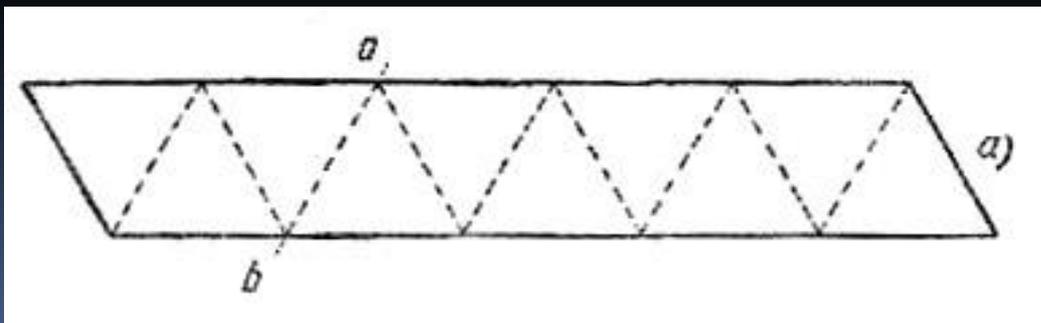
# Из истории появления флексагонов:

- . Как-то раз один английский учёный-математик, которого звали Артур Стоун, поехал учиться в Америку. Американский блокнот оказался больше по размеру, чем английский, поэтому учёный его обрезал до привычных размеров. А из полосок бумаги, которые оставались, делал разные фигуры. Одна из сделанных им фигур оказалась особенно интересной. По форме она была обычным шестиугольником, но имела необычные свойства. Если сложить её, как бутон, то она открывалась с другой стороны. При этом сторона, которая раньше была скрыта, становилась видна, а сторона, которая была видна — наоборот, пряталась внутрь фигуры.
- Артур назвал такую фигуру ФЛЕКСАГОН.
- Поразмышляв немного над этой фигурой, Артур смог придумать более сложные виды флексагонов. Он показал своё изобретение друзьям-математикам, и вместе они стали изучать флексагоны.
- Вот так появились флексагоны
- В Россию, точнее тогда еще Советский Союз, флексагон попал при помощи развивающих журналов: «Наука и техника», «Юный механик» и т.д.

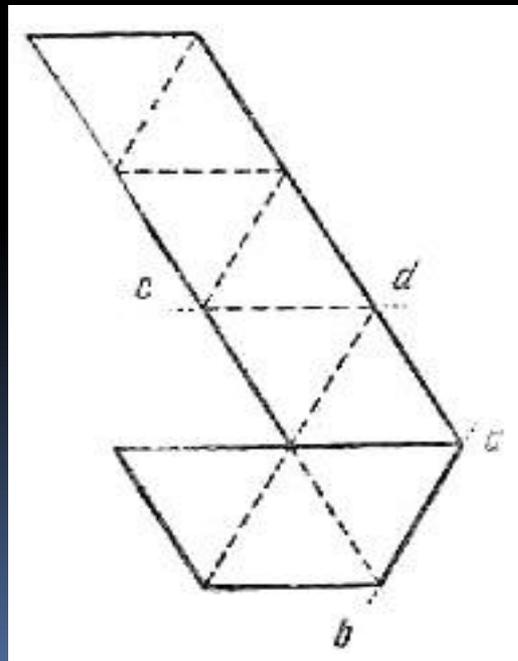


# Изготовление флексагона

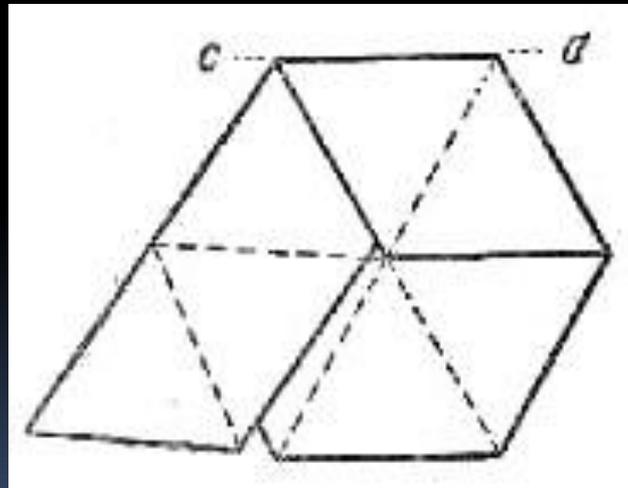
- Тригексафлексагон.
- Понадобятся: лист бумаги, карандаш, линейка и клей для бумаги.
- Для начала нужно вырезать длинную полосу. Её расчерчиваем равносторонними треугольниками, как на схеме а)



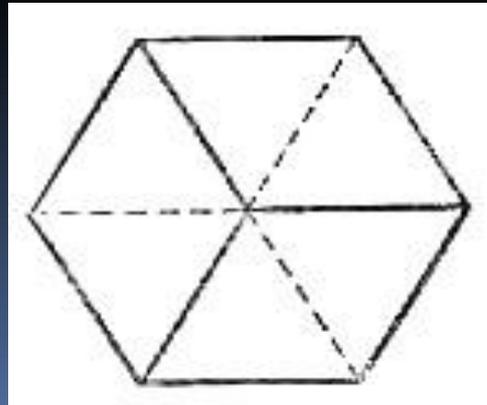
- Затем намечаем линии сгибов, чтобы бумажка легче сгибалась. И сворачиваем эту бумажную полоску.



- В итоге получится шестиугольник с одним торчащим треугольником



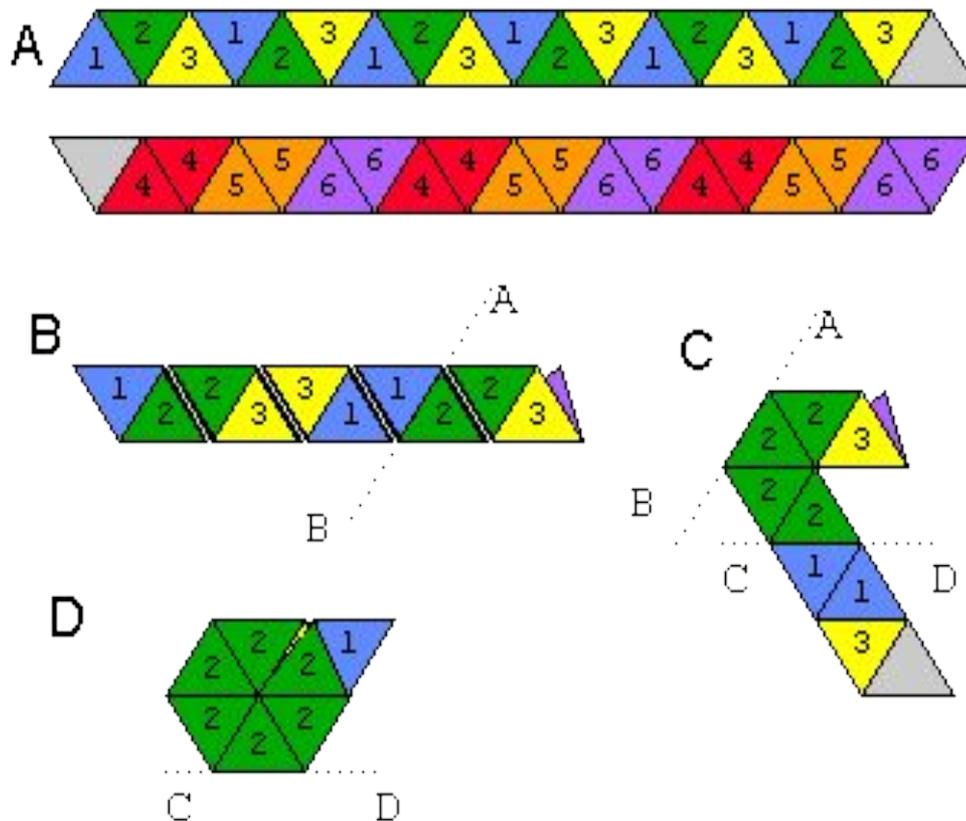
- Этот хвостик-треугольник смазываем клеем и приклеиваем.
- Получился тот самый первый флексагон, с которого все и начиналось когда-то. Он называется тригексафлексагоном



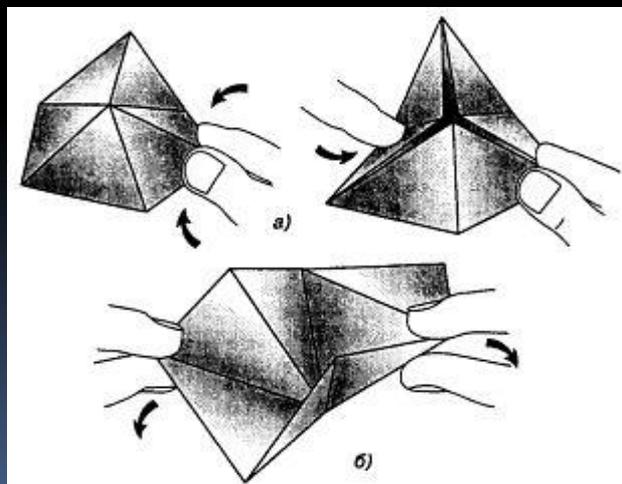
# Гексагексафлексагоны

- Другая модель Стоуна получила название гексагексафлексагона (первое “гекса” - шесть – означает число поверхностей этой модели).
- От греческого “гекс”, что означает шесть, to flex (англ.) – складываться, сгибаться, гнуться.
- Чтобы сложить гексагексафлексагон, берут полоску бумаги, разделенную на 19 равносторонних треугольников. В треугольники с одной стороны нужно вписать в указанном на рис. порядке цифры 1, 2, 3.
- Девятнадцатый (последний) треугольник остается незаполненным.
- Треугольники на обратной стороне следует в соответствии со схемой пронумеровать цифрами 4, 5, 6. После этого полоску складывают так, чтобы треугольники на ее обратной стороне, имеющие одинаковые цифры, оказались наложенными друг на друга — 4 на 4, 5 на 5, 6 на 6. В результате у нас получится заготовка гексагексафлексагона. Перегнув ее по линиям АВ и CD, получим шестиугольник. Остается лишь подвернуть вниз торчащий вправо пустой треугольник и приклеить его к пустому треугольнику на нижней стороне полоски. Прodelать все эти операции намного легче, чем описать.

# Гексагексафлексоны

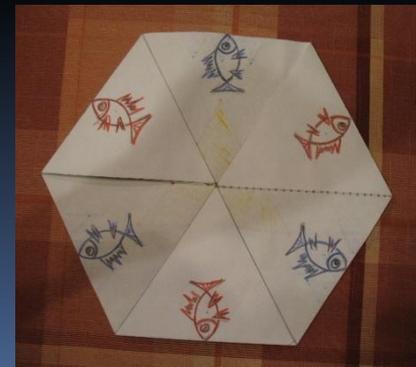
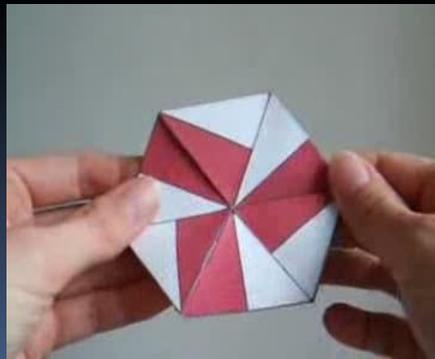
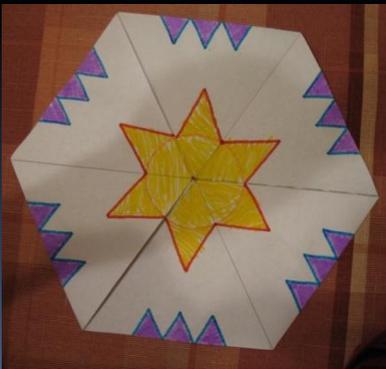


- Если все сделано верно, то во всех треугольниках на видимой стороне шестиугольника должна стоять цифра 1, а во всех треугольниках на обратной стороне — цифра 2. В таком виде флексагон готов к перегибаниям. Взявшись за два смежных треугольника согнем шестиугольник по общей стороне этих треугольников и подогнем противоположный угол флексагона. При этом откроются треугольники с цифрами 3 или 5. Перегибая флексагон наугад, без труда можно обнаружить и остальные поверхности.



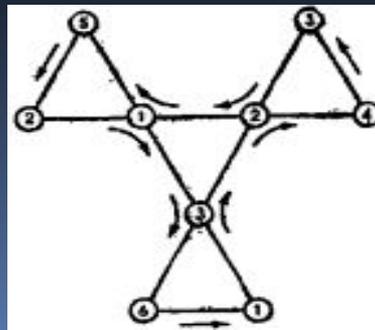
# Раскраска

- Теперь, если раскрасить все поверхности разными цветами, вывернуть этот неровный кружок будет в разы интереснее. И можете узоры какие-нибудь нанести. Или рожицы нарисовать.



# Путь Таккермана

- Таккерман довольно быстро нашел простейший способ выявления всех поверхностей любого флексагона: держа флексагон за какой либо угол, следует открывать фигуру до тех пор, пока она “открывается”, а затем переходить к следующему углу. Этот метод, известный как “путь Таккермана”, позволяет увидеть все шесть разворотов гексагексафлексагонов за один цикл за двенадцать перегибаний. Поверхности с цифрами 1,2 и 3 будут появляться в три раза чаще, чем поверхности с цифрами 4,5 и 6. Путь Таккермана удобно изображать в виде схемы. Стрелки указывают в каком порядке становятся видимыми поверхности флексагона. Схемы такого типа пригодны для исследования любой разновидности флексагонов. При обходе Таккермана плоскости гексагексафлексагона будут раскрываться в порядке: 1,2,5,1,2,3,4,2,3,1,6,3 (или в обратном порядке), после чего последовательность повторится. Эту последовательность называют *путём Таккерма*



# Какие бывают флексагоны

- Чтобы отличать различные флексагоны друг от друга, Артур придумал для каждого из них своё название. Во-первых, выяснилось, что бывают флексагоны не только в виде шестиугольника, но и в виде квадрата. Поэтому во все названия шестиугольных флексагонов добавили приставку «гекса-» (от древнегреческого слова «шесть»). Получились «гексафлексагоны».
- Во-вторых, нужно было отличать друг от друга гексафлексагоны с разным количеством сторон, или поверхностей. Поэтому к слову «гексафлексагон» стали добавлять ещё одну древнегреческую приставку, которая обозначала это количество. Например, самый простой флексагон, который мы сделали и раскрасили в предыдущих главах, называется «тригексафлексагон» потому что у него три поверхности.
- Затем идут флексагоны с 4-мя и 5-ю поверхностями. Их называют «тетрагексафлексагон» и «пентагексафлексагон». «Тетра-» по-древнегречески значит 4, а «пента-» — 5.
- Для «шестерных гнutoшестиугольников» получилось весёлое название «гексагексафлексагон». Существуют три различных вида гексагексафлексагонов.

Артур Стоун и его друзья придумали:

- 4 вида гептагексафлексагонов (7 поверхностей),
- 12 видов октагексафлексагонов (8 поверхностей),
- 27 видов эннагексафлексагонов (9 поверхностей)
- и 82 вида декагексафлексагонов (10 поверхностей).
- Поверхностей может быть сколько угодно, даже 1 000 000, только такой флексагон будет почти невозможно крутить. И заготовку подобрать под такой флексагон очень сложно, потому что с каждым разом заготовки всё непонятнее.

# Виды флексагонов



# Применение флексагонов



- Флексагоны не так уж и распространены в современной науке и технике. Но даже такие объекты как флексагоны, причем всех разновидностей, нашли свое применение в некоторых художественных областях. Флексагоны выступают в роли игрушек и головоломок. Действительно, бывает иногда занимательно складывать флексагоны, выворачивать их, наблюдать, как они меняют форму и поворачиваются к нам разными комбинациями сторон.
- Одна из разновидностей флексагонов, а именно тетрафлексагон, применяется при сборке игрушек.
- Флексагоны настолько замечательны, что их можно использовать в качестве открыток на различные темы: на день рождения, пасхальные открытки.

# Заключение



- Данная тема вызывала интерес у всех учащихся класса и даже некоторых родителей, потому что изготовление флексагонов — это очень интересный и глубоко творческий процесс. Для этого нужно хорошо изучить теоретические и практические наработки по данной теме и создавать свои. Представленные материалы будут интересны многим учащимся и покажут математику с новой стороны, с которой они ее еще не знали.
- В жизни, на мой взгляд, флексагоны найдут свое применение в рекламных проектах, прикрепляя к фигуре уже объемные фигуры (возможно, даже и не кубической формы). Многогранник можно использовать в качестве открытки – трансформера. Можно сделать из многогранника необычную форму для фотографий. Большое применение многогранник найдет в дизайнерском деле, так как цикл перегибаний интересен при создании диванов, кресел, стульев и других предметов.
- В дальнейшем я планирую изучать данную область и, возможно, научиться создавать новые модели флексагонов.

# Флексагоны 5 класса.



# Литература



- Шарыгин И.Ф., Ерганжиева Л. Н. Наглядная геометрия. Учебное пособие для учащихся 5-6 классов. – М.:Дрофа. 2012г.
- Энциклопедический словарь юного математика/ Сост. А. П. Савин. – М.: Педагогика, 1985г.
- [http://www.jorigami.narod.ru›Contents/n\\_30/03\\_Flexagons.htm](http://www.jorigami.narod.ru›Contents/n_30/03_Flexagons.htm)
- <http://www.models-paper.com›index.php...>
-