

ХИМИЯ

8 класс

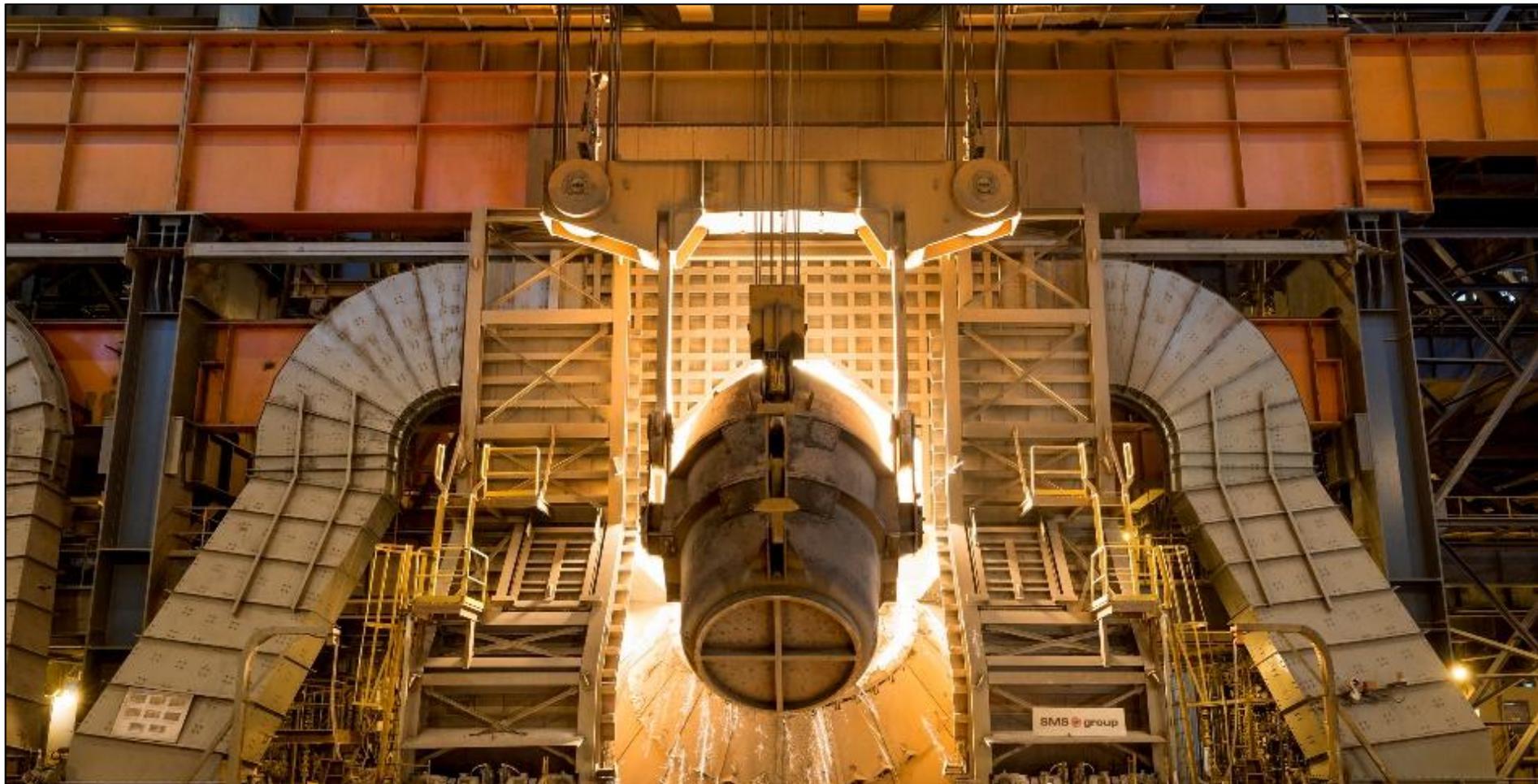
Термохимические уравнения

Мария Дмитриевна
Смирнова

Smirnova@sch2101.ru

[Vk.com/masha2101](https://vk.com/masha2101)

Тепловой эффект!



Тепловой эффект!



В один конвертер помещается около 400 тонн вещества.

Посчитаем, сколько энергии нужно было бы, если бы мы грели сталь от 0 до 1500С.

Теплоёмкость – 0.5 кДж/(кг град).

Дано:

$$c = 0.5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$$

$$m = 400 \text{ тонн}$$

$$T_1 = 0$$

$$T_2 = 1500$$



Тепловой эффект!



В один конвертер помещается около 400 тонн вещества.

Посчитаем, сколько энергии нужно было бы, если бы мы грели сталь от 0 до 1500С.

Теплоёмкость – 0.5 кДж/(кг град).

Дано:

$$c = 0.5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$$

$$m = 400 \text{ тонн}$$

$$T_1 = 0$$

$$T_2 = 1500$$

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q = 0.5 \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot (1500 - 0) = 3000000000 = 3 \cdot 10^6 \text{ кДж}$$

Чтобы вскипятить литр воды нужно
примерно 300 тыс. кДж
Тепловоз – примерно 8 млн кДж/час

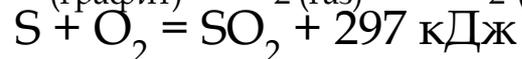
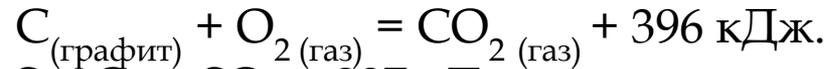
Тепловой эффект!



В один конвертер помещается около 400 тонн вещества.

Посчитаем, сколько энергии нужно было бы, если бы мы грели сталь от 0 до 1500С.

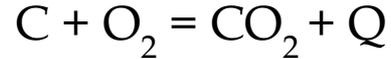
Теплоёмкость - 0.5 кДж/(кг град).



Тепловой эффект!



Экзотермические реакции – реакции проходящие с выделением тепла.

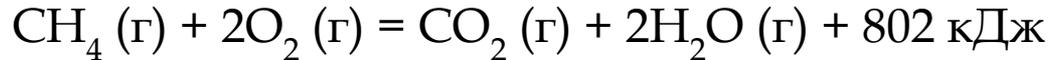


Эндотермические реакции – реакции, в которых энергия поглощается.



Тепловой эффект химической реакции (Q) – то сколько энергии поглощается или выделяется в ходе реакции.

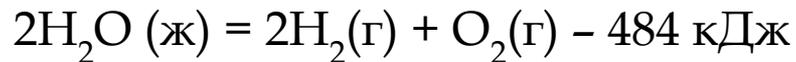
Термохимические уравнения – химические уравнения, в которых указывается тепловой эффект (Q).



Термохимические уравнения



Под действием постоянного тока, протекает реакция:

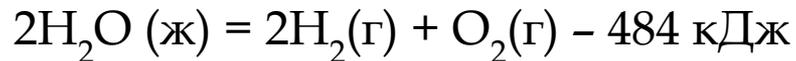


Закон сохранения энергии говорит, что она всегда постоянна. Но куда же, девается энергия в этой реакции?

Термохимические уравнения



Под действием постоянного тока, протекает реакция:



Взрыв гремучей смеси:



Термохимические уравнения, такие же, как и обычные, а значит с ними можно проводить те же операции...

Термохимические уравнения



Решим задачу:

При взаимодействии 7г железа с серой выделилось 12.15 кДж. На основании этих данных составить термохимическое уравнение реакции.

Подсказка: $\text{Fe}_{(тв)} + \text{S}_{(тв)} = \text{FeS}_{(тв)}$

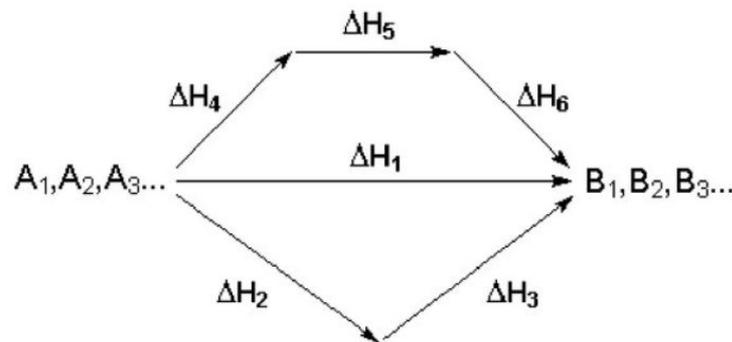


Тепловой эффект химического процесса, проходящего ряд промежуточных стадий, не зависит от пути превращения, а определяется лишь начальным и конечным состояниями химической системы.

1 следствие

Тепловой эффект реакции равен разности между суммой теплот образования продуктов реакции и суммой теплот образования исходных веществ, взятых с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

$$Q = \Sigma(\text{продуктов}) - \Sigma(\text{исходников})$$



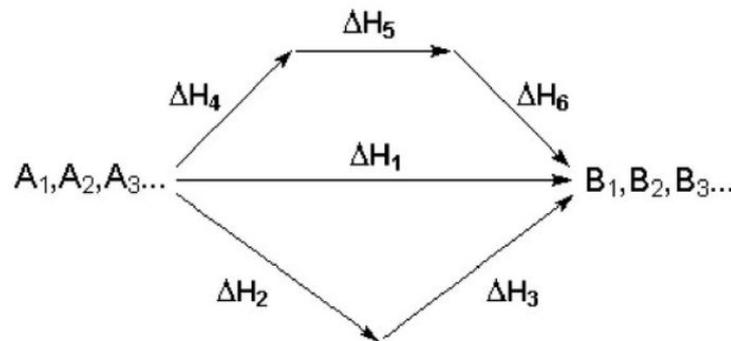
$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$$



Тепловой эффект химического процесса, проходящего ряд промежуточных стадий, не зависит от пути превращения, а определяется лишь начальным и конечным состояниями химической системы.

2 следствие

Тепловой эффект прямой реакции равен тепловому эффекту обратной реакции с противоположным знаком.



$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$$

Термохимические уравнения



Вспомним, закон сохранения энергии.

Итак у меня есть атомы: С, О, Н, Fe

Интересно, что будет с энергией, если получить сидерит?

Сидерит - минерал состава



Термохимические уравнения



Вспомним, закон сохранения энергии.

Итак у меня есть атомы: С, О, Н, Fe

Интересно, что будет с энергией, если получить сидерит?

- 1) Оказывается, что образование простого вещества принимается за 0.
Энтальпия (тепловой эффект) образования простых веществ принимается равной нулю, если их агрегатные состояния и модификации при стандартных условиях устойчивы.

$C \square C_{\text{гр}} + 0 \text{ кДж}$

$\text{НО: } C \square C_{\text{ал}} + 1.9 \text{ кДж}$

Сидерит - минерал состава

FeCO_3



Термохимические уравнения

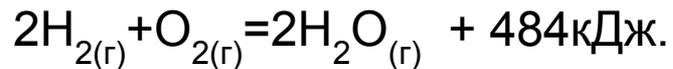


Вспомним, закон сохранения энергии.

Итак у меня есть атомы: С, О, Н, Fe

Интересно, что будет с энергией, если получить сидерит?

2) Тепловые эффекты можно рассчитать зная энергии образования веществ. Энтальпия образования сложного вещества равна энтальпии реакции образования одного моль этого вещества из простых веществ.



Сидерит - минерал состава



Термохимические уравнения

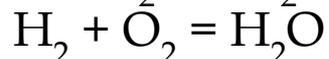
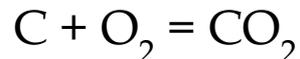


Вспомним, закон сохранения энергии.

Итак у меня есть атомы: С, О, Н, Fe

Интересно, что будет с энергией, если получить сидерит?

1) Написать химические реакции получения из простых веществ:



Сидерит - минерал состава



Термохимические уравнения

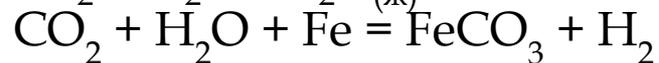
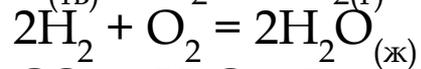
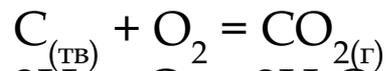


Вспомним, закон сохранения энергии.

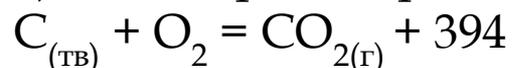
Итак у меня есть атомы: С, О, Н, Fe

Интересно, что будет с энергией, если получить сидерит?

1) Написать химические реакции получения из простых веществ:



2) Посмотреть справочные данные:



Вещество	Энтальпия образования, кДж/моль
CO ₂	-394
H ₂ O	-285
FeCO ₃	-738

Термохимические уравнения

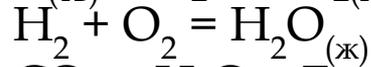
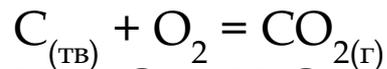


Вспомним, закон сохранения энергии.

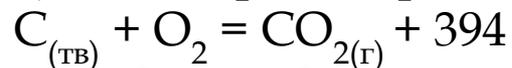
Итак у меня есть атомы: С, О, Н, Fe

Интересно, что будет с энергией, если получить сидерит?

1) Написать химические реакции получения из простых веществ:



2) Посмотреть справочные данные:



3) Составляем уравнение:

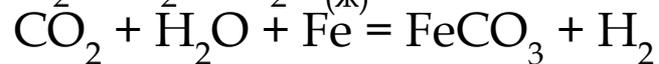
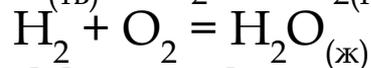
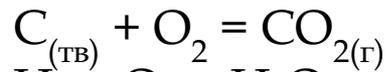
Вещество	Энтальпия образования, кДж/моль
CO ₂	-394
H ₂ O	-285
FeCO ₃	-738

Термохимические уравнения

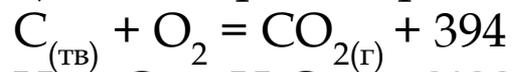


Интересно, что будет с энергией, если получить сидерит?

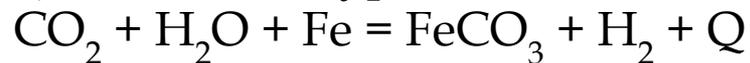
1) Написать химические реакции получения из простых веществ:



2) Посмотреть справочные данные:



3) Составляем уравнение:



$$Q = \Sigma(\text{продуктов}) - \Sigma(\text{исходников}) =$$

$$(-738 + 0) - (-394 + -285) = -59 \text{ кДж/моль}$$

РЕАКЦИЯ
ЭНДОТЕРМИЧЕСКАЯ

Вещество	Энтальпия образования, кДж/моль
CO ₂	-394
H ₂ O	-285
FeCO ₃	-738



Термодинамика

Конечно всё не так просто…

Начала термодинамики [править] [править код]

Нулевое начало термодинамики [править] [править код]

Нулевое начало термодинамики названо так потому, что оно было сформулировано уже после того, как первое и второе начало вошли в число устоявшихся научных понятий. Оно утверждает, что **изопированная термодинамическая система с течением времени самопроизвольно переходит в состояние термодинамического равновесия и остаётся в нём сколь угодно долго, если внешние условия сохраняются неизменными**^{[14][16]}. Оно также называется **общим началом**^[9]. **Термодинамическое равновесие** предполагает наличие в системе механического, теплового и химического равновесий, а также равновесия фаз. Классическая термодинамика постулирует лишь существование состояния термодинамического равновесия, но ничего не говорит о времени его достижения.

В литературе в нулевое начало также часто включают положения о свойствах теплового равновесия. Тепловое равновесие может существовать между системами, разделёнными неподвижной теплопроницаемой перегородкой, то есть перегородкой, позволяющей системам обмениваться внутренней энергией, но не пропускающей вещество. **Постулат о транзитивности теплового равновесия**^[17] утверждает, что если два тела, разделённые такой перегородкой (диатермической), находятся в тепловом равновесии между собой, то любое третье тело, находящееся в тепловом равновесии с одним из этих тел, будет находиться также и в тепловом равновесии с другим телом.

Иначе говоря, если две замкнутые системы *A* и *B* приведены в тепловой контакт друг с другом, то после достижения термодинамического равновесия полной системой *A+B* системы *A* и *B* будут находиться в состоянии теплового равновесия друг с другом. При этом каждая из систем *A* и *B* сама по себе также находится в состоянии термодинамического равновесия. Тогда если системы *B* и *C* находятся в тепловом равновесии, то системы *A* и *C* также находятся в тепловом равновесии между собой.

В иноязычной и переводной литературе часто нулевым началом называют сам постулат о транзитивности теплового равновесия^{[18][19]}, а положение о достижении термодинамического равновесия могут называть «минус первым» началом^[20]. Важность постулата о транзитивности состоит в том, что он позволяет ввести некоторую функцию состояния системы, обладающую свойствами эмпирической температуры, то есть создавать приборы для измерения температуры. Равенство эмпирических температур, измеренных с помощью такого прибора — **термометра**, есть условие теплового равновесия систем (или частей одной и той же системы).

Первое начало термодинамики [править] [править код]

Первое начало термодинамики выражает универсальный закон сохранения энергии применительно к задачам термодинамики и исключает возможность создания **вечного двигателя** первого рода, то есть устройства, способного совершать работу без соответствующих затрат энергии.

Внутреннюю энергию *U* термодинамической системы можно изменить двумя способами, совершая над ней работу или посредством теплообмена с окружающей средой. Первое начало термодинамики утверждает, что **теплота, полученная системой, идёт на увеличение внутренней энергии системы и на совершение этой системой работы**, что можно записать как *δQ* = *δA* + *dU*. Здесь *dU* — полный дифференциал внутренней энергии системы, *δQ* — элементарное количество теплоты, переданное системе, а *δA* — бесконечно малая или элементарная работа, совершённая системой. Так как работа и теплота не являются функциями состояния, а зависят от способа перехода системы из одного состояния в другое, применяется запись с символом *δ*, чтобы подчеркнуть, что *δQ* и *δA* — это бесконечно малые величины, которые нельзя считать дифференциалами какой-либо функции.

Знаки при *δQ* и *δA* в приведённом выше соотношении выражают соглашение о том, что положительной считают работу, совершаемую системой, и теплоту, получаемую системой, принятое в большинстве современных работ по термодинамике.

Если система совершает только механическую работу вследствие изменения её объёма, то элементарная работа записывается как *δA* = *PdV*, где *dV* — приращение объёма. В квазистатических процессах эта работа равна работе внешних сил над системой, взятой с обратным знаком: *δA*_{внутр} = −*δA*_{внеш}, но для неквазистатических процессов это соотношение не выполняется. В общем случае элементарная работа записывается как сумма *δA* = *A*₁*da*₁ + *A*₂*da*₂ + …, где *A*₁, *A*₂, … — функции параметров *a*₁, *a*₂, … и температуры *T*, называемые **обобщёнными силами**^[21].

Работу, связанную с изменением количества вещества в системе (химическую работу)^[22], могут выделять из общего выражения для работы в отдельное слагаемое^[23].

Второе начало термодинамики [править] [править код]

Второе начало термодинамики задаёт ограничения на направление процессов, которые могут происходить в термодинамических системах, и исключает возможность создания **вечного двигателя** второго рода. Фактически к этому результату пришёл уже Сади Карно в сочинении «О движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу»^{[7][8]}. Однако Карно опирался на представления теории теплорода и не дал ясной формулировки второго начала термодинамики. Это было сделано в 1850—1851 годах независимо Клаузиусом и Кельвином. Имелись несколько различных, но в то же время эквивалентных формулировок этого закона.

Постулат Кельвина: «Невозможен круговой процесс, единственным результатом которого было бы производство работы за счёт охлаждения теплового резервуара»^[24]. Такой круговой процесс называется процессом Томсона-Планка, и постулируется, что такой процесс невозможен.

Постулат Клаузиуса: «Теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к телу более нагретому»^[25]. Процесс, при котором не происходит никаких других изменений, кроме передачи теплоты от холодного тела к горячему, называется процессом Клаузиуса. Постулат утверждает, что такой процесс невозможен. Теплота может переходить самопроизвольно только в одном направлении, от более нагретого тела к менее нагретому, и такой процесс является необратимым.

Приняв за постулат невозможность процесса Томсона-Планка, можно доказать, что процесс Клаузиуса невозможен, и наоборот; из невозможности процесса Клаузиуса следует, что процесс Томсона-Планка также невозможен.

Следствие второго начала термодинамики, постулированного в указанных формулировках, позволяет ввести для термодинамических систем ещё одну функцию термодинамического состояния *S*, названную энтропией, такую, что её полный дифференциал для квазистатических процессов записывается как *dS* = *δQ*/*T*^[26]. В совокупности с температурой и внутренней энергией, введёнными в нулевом и первом началах, энтропия составляет полный набор величин, необходимых для математического описания термодинамических процессов. Лишь две из упомянутых трёх величин, которыми термодинамика пополняет список используемых в физике переменных, являются независимыми.

Третье начало термодинамики [править] [править код]

Третье начало термодинамики или теорема Нерста утверждает, что энтропия любой равновесной системы по мере приближения температуры к абсолютному нулю перестаёт зависеть от каких-либо параметров состояния и стремится к определённому пределу^[27]. Фактически содержание теоремы Нерста включает в себя два положения. Первое из них постулирует существование предела энтропии при стремлении к абсолютному нулю. Численное значение этого предела принято полагать равным нулю, поэтому в литературе иногда говорят о том, что энтропия системы стремится к нулю при стремлении температуры к 0 К. Второе положение теоремы Нерста утверждает, что все процессы вблизи абсолютного нуля, переводящие систему из одного равновесного состояния в другое, происходят без изменения энтропии^[28].

Нулевые значения температуры и энтропии при абсолютном нуле приняты как удобные соглашения для устранения неоднозначности в построении шкалы для термодинамических величин. Нулевое значение температуры служит реперной точкой для построения термодинамической шкалы температур. Энтропия, обращаящаяся в нуль при абсолютном нуле температуры, называется **абсолютной энтропией**. В справочниках термодинамических величин часто приводятся значения абсолютной энтропии при температуре 298,15 К, которые соответствуют увеличению энтропии при нагреве вещества от 0 К до 298,15 К.

…и это просто краткое описание в википедии.