

На графике представлен процесс перехода идеального газа постоянной массы из состояния 1-2-3-1. В первом состоянии газ находится под давлением  $0,8 \cdot 10^5$  Па, занимая объем  $5 \text{ м}^3$ . Находясь в 3 состоянии он занимает объем в два раза больше чем в первом и имеет температуру  $800 \text{ К}$ .

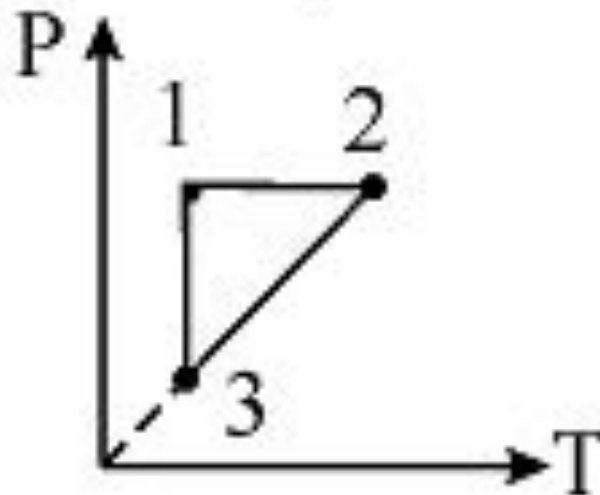
Начертите данный процесс в координатах  $P(V)$ .

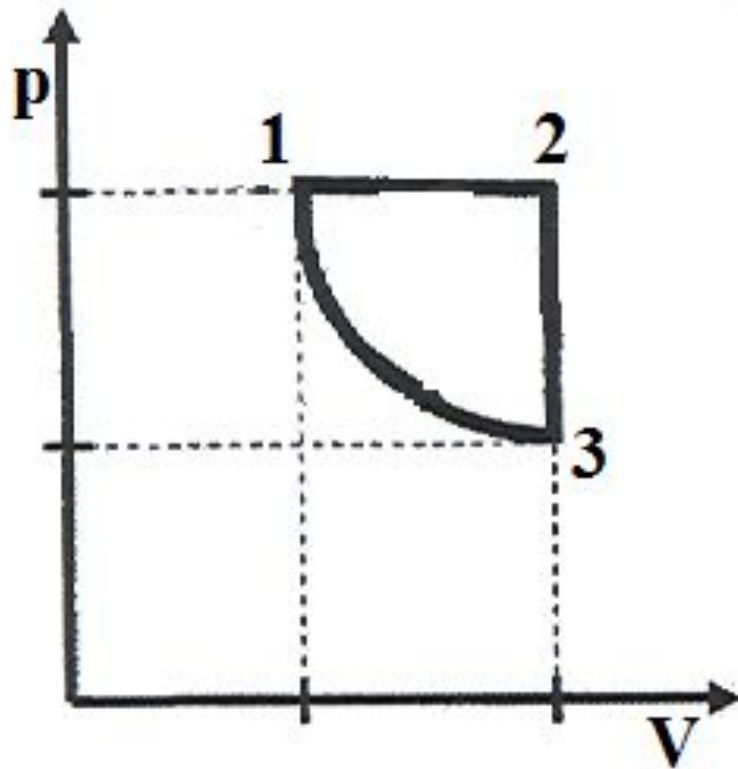
Определить количество вещества данного газа.


Определить температуру газа и объем во втором состоянии.

Определить объем газа в состоянии 3

Какую работу совершил газ во время изобарного расширения?







**Обратимые и необратимые  
процессы. Энтропия. Второй  
закон термодинамики.**

## **Цели урока:**

знать формулировку второго закона термодинамики;  
объяснять смысл второго закона термодинамики;  
применять второй закон термодинамики при анализе термодинамических процессов.

## **Критерии оценивания:**

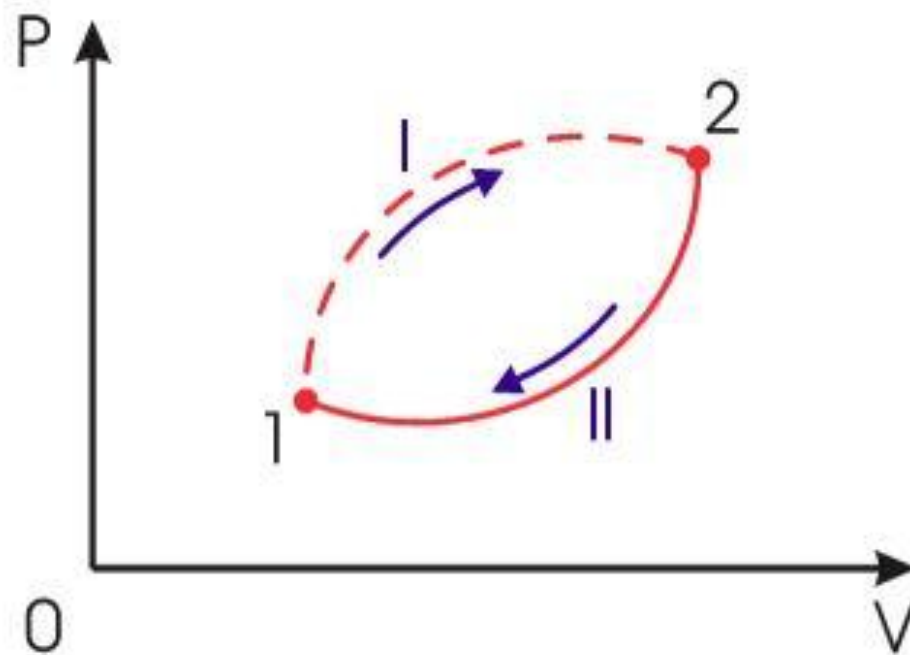
знаю формулировку второго закона термодинамики;

объясняю смысл второго закона термодинамики;

применяю второй закон термодинамики при анализе термодинамических процессов.

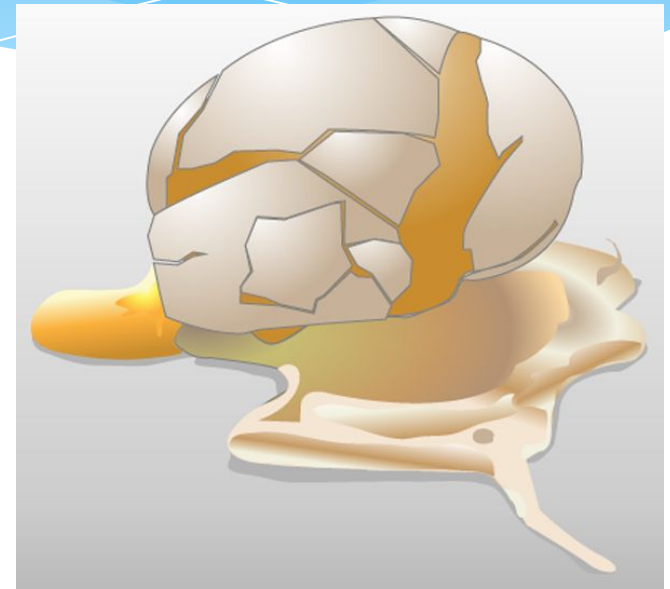
# Термодинамический цикл

Круговой процесс на диаграмме (p, V).



# Представьте себе. . .

вы ломаете яйцо или случайно  
разбиваете чашку или тарелку. . .

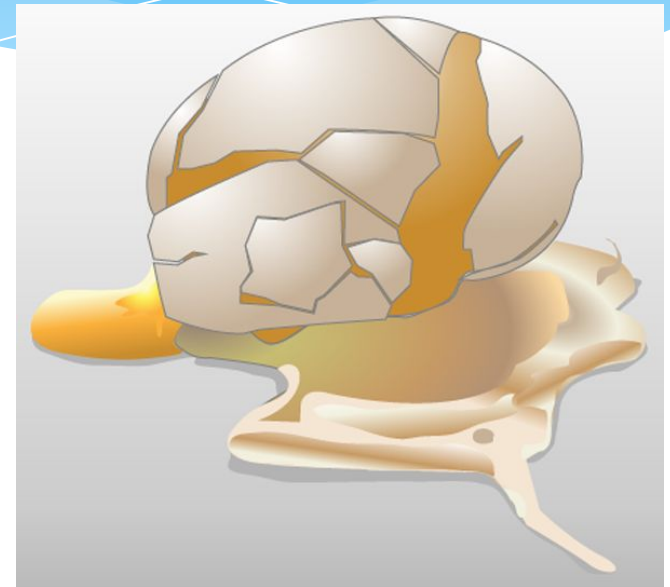


# ... Почему нет?

... Но вы когда-нибудь видели, как сломанное яйцо или разбитая тарелка снова становится целым?

Почему нет? Почему некоторые явления возможны, а другие нет?

Ответ заключается в *энтропии*

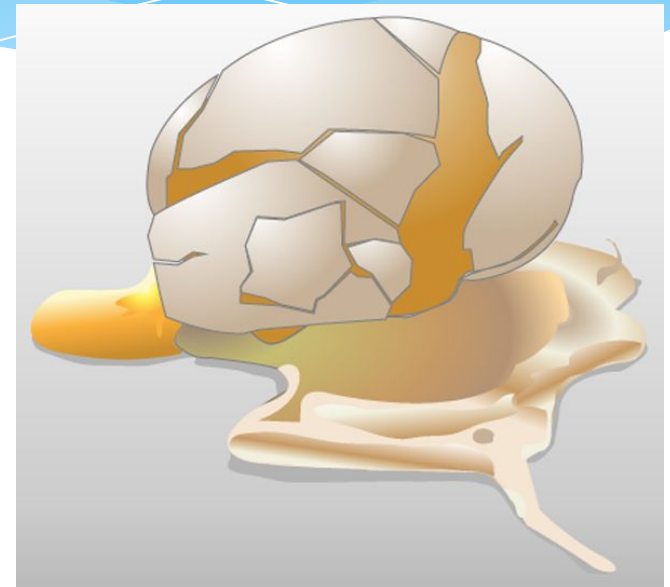




# Энтропия

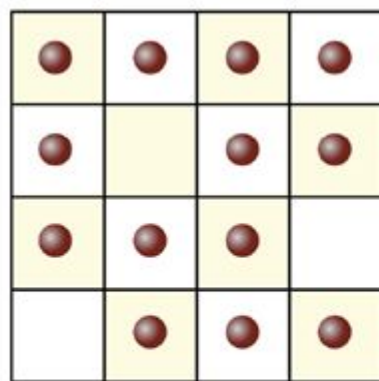
*Энтропия определяет неупорядоченность системы - количество различных способов, которыми могут располагаться частицы в системе.*

**У сломанного яйца больше энтропия, чем у целого яйца.**

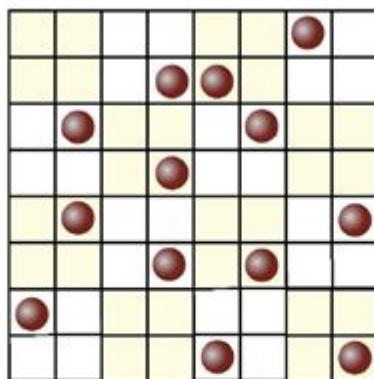


# Энтропия мера неупорядоченности

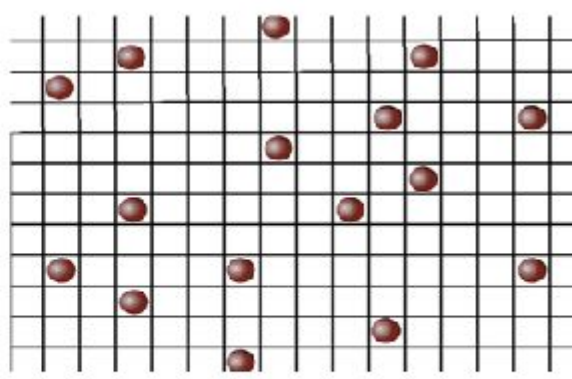
*Энтропия определяет упорядоченность:* Твердые тела имеют низкую энтропию, жидкости имеют более высокую энтропию, чем твердые тела, а газы имеют самую высокую энтропию..



Твердое тело  
Энтропия низкая



Жидкость  
Энтропия высокая

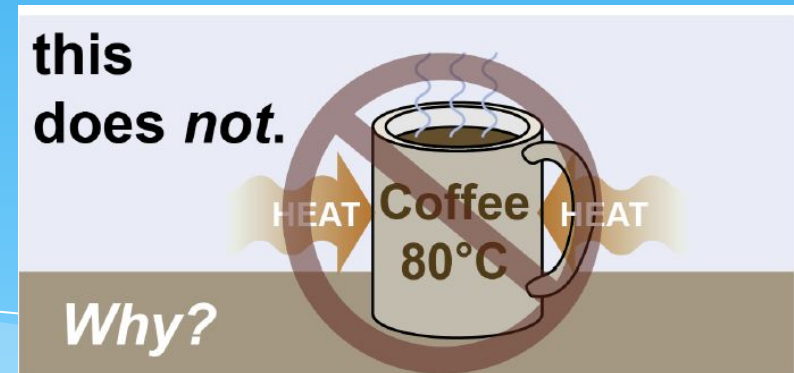
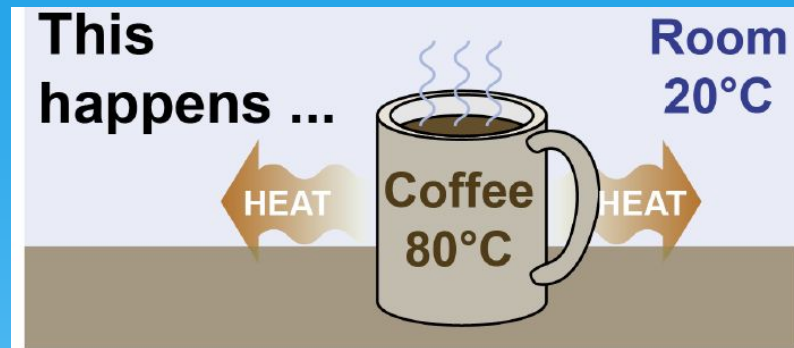


Газ  
Энтропия высокая

# Передача тепла

Рассмотрим пример:  
Горячая чашка кофе  
охлаждается...

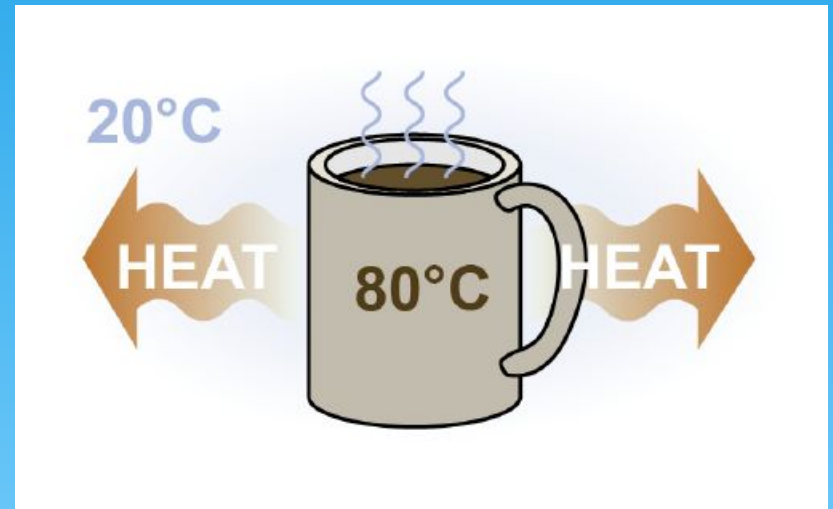
... но холодная чашка кофе  
никогда самопроизвольно не  
нагреется.



# Необратимые процессы

Если бы охлаждение было обратимым, холодный кофе мог бы **спонтанно** нагреваться, получая тепловую энергию из воздуха  
Процессы, связанные с потоком тепла, **необратимы**.

Почему?



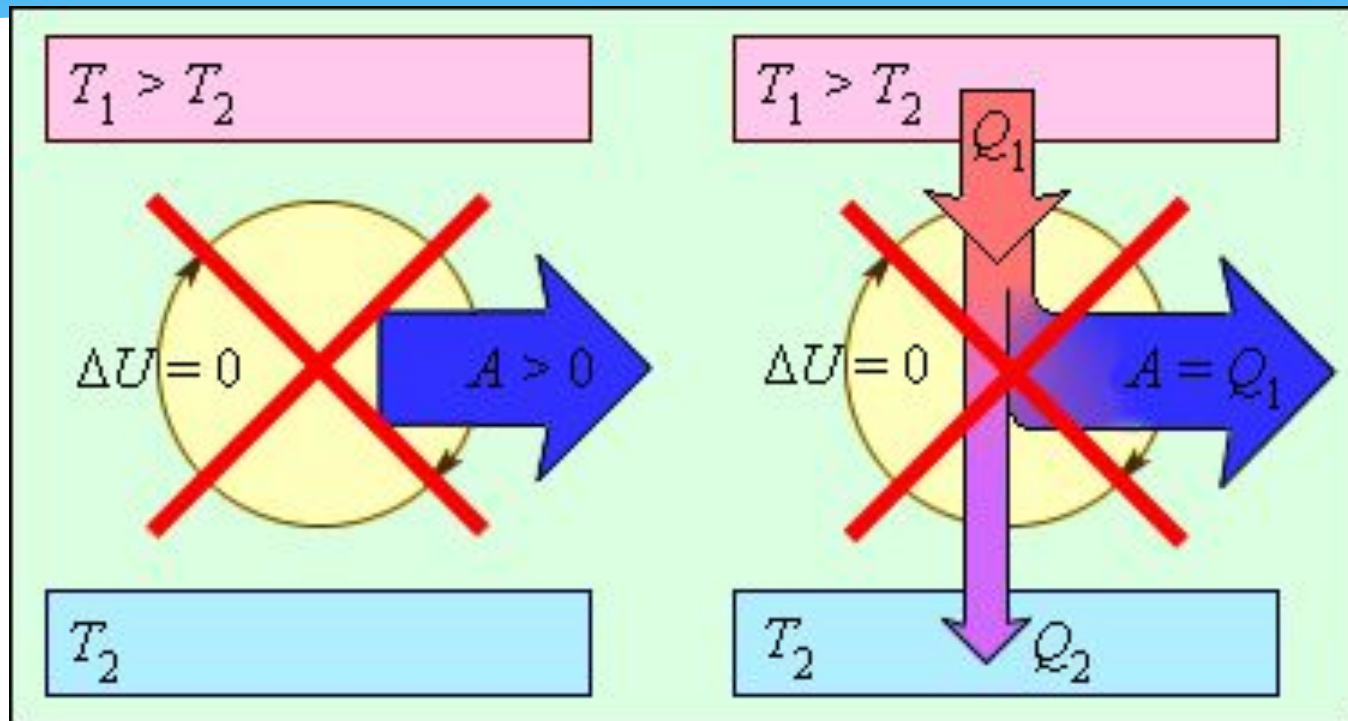
# Второй закон термодинамики

**Второй закон термодинамики указывает направление возможных энергетических превращений и тем самым выражает необратимость процессов в природе.**

*Формулировка Р. Клаузиуса:* невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах.

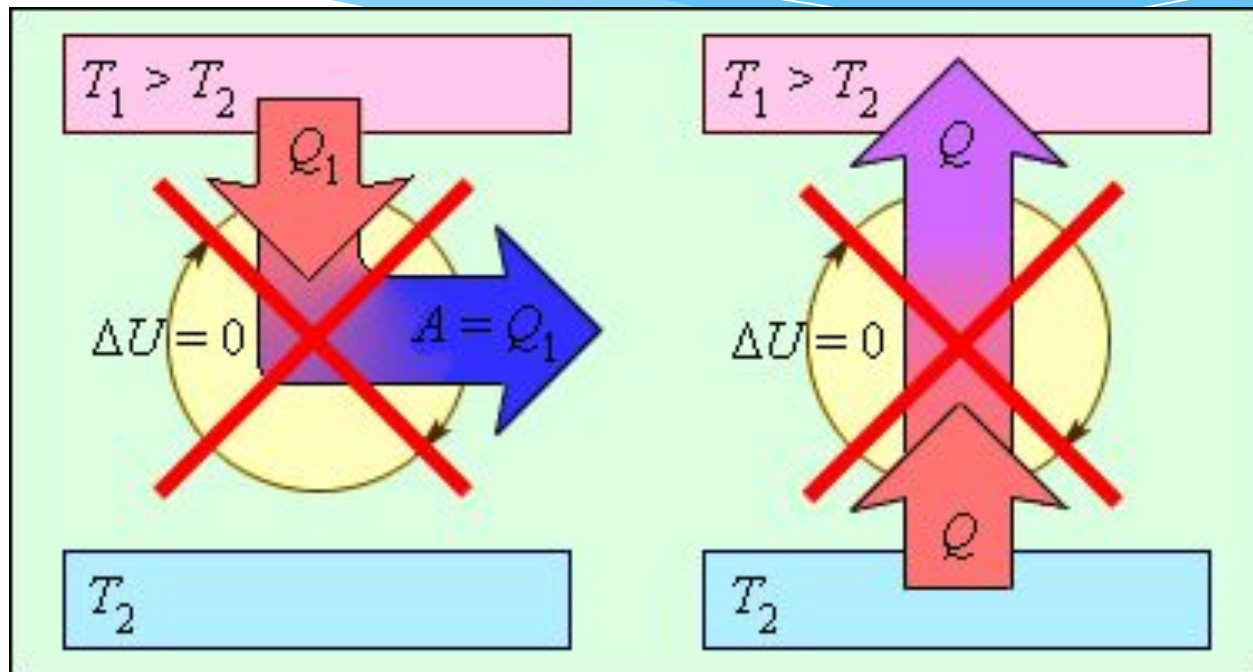
*Формулировка У. Кельвина:* невозможно осуществить такой периодический процесс, единственным результатом которого было бы получение работы за счет теплоты, взятой от одного источника.

# Процессы, запрещаемые 1 законом термодинамики



Циклически работающие тепловые машины, запрещаемые первым законом термодинамики: 1 – вечный двигатель 1 рода, совершающий работу без потребления энергии извне; 2 – тепловая машина с коэффициентом полезного действия  $\eta > 1$

# Процессы, запрещаемые 2 законом термодинамики

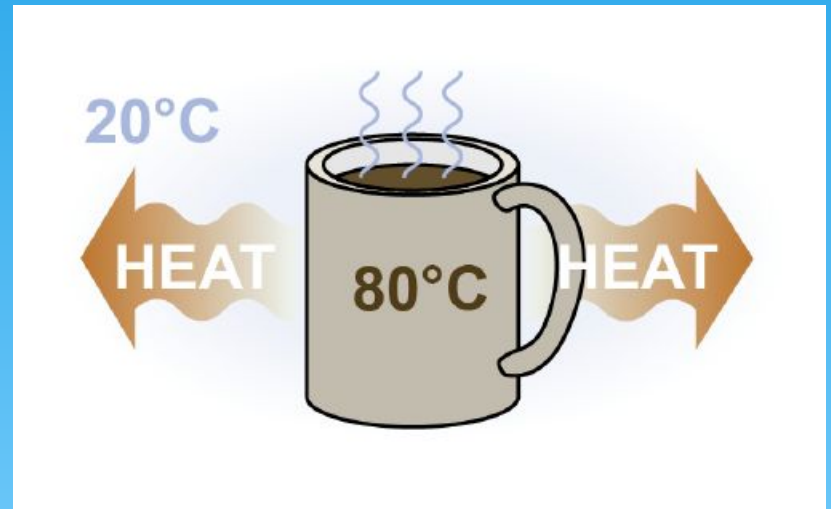


Процессы, не противоречащие первому закону термодинамики, но запрещаемые вторым законом: 1 – вечный двигатель второго рода; 2 – самопроизвольный переход тепла от холодного тела к более теплomu (идеальная холодильная машина)

# Энтропия всегда увеличивается

*Полная энтропия замкнутой системы может только увеличиваться или оставаться неизменной.*

$$\Delta S \geq 0$$



**Это второй закон термодинамики в формулировке Л. Больцмана**



## **Цели урока:**

знать формулировку второго закона термодинамики;  
объяснять смысл второго закона термодинамики;  
применять второй закон термодинамики при анализе термодинамических процессов.

## **Критерии оценивания:**

знаю формулировку второго закона термодинамики;

объясняю смысл второго закона термодинамики;

применяю второй закон термодинамики при анализе термодинамических процессов.



«What is your level?»