

## 10 Обратимые и необратимые процессы

### definition

процесс называется **обратимым**, если он может быть проведён в обратном направлении через те же промежуточные состояния, что и прямой процесс, причём во всех остальных телах никакие изменения произойти не должно.

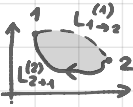
если это осуществить невозможно, то процесс называется **необратимым**

### Закон возрастания энтропии

рассмотрим круговой процесс, включающий обратимый  $L_{2 \rightarrow 1}^{(2)}$  и необратимый  $L_{1 \rightarrow 2}^{(1)}$  участки.

неравенство Клаузиуса: 
$$\oint \frac{\delta Q}{T} = \int_{L_{1 \rightarrow 2}^{(1)}} \frac{\delta Q}{T} + \int_{L_{2 \rightarrow 1}^{(2)}} \frac{\delta Q}{T} = \int_{L_{1 \rightarrow 2}^{(1)}} \frac{\delta Q}{T} + (S_1 - S_2) \leq 0$$

$$\Downarrow$$
$$S_2 - S_1 \geq \int_{L_{1 \rightarrow 2}^{(1)}} \frac{\delta Q}{T}$$



### следствие

рассмотрим замкнутую систему тогда  $\delta Q = 0$  и  $\Delta S \geq 0 \Rightarrow$  энтропия замкнутой системы не убывает в состоянии термодин. равновесия энтропия максимальна:  $\frac{dS}{dt} = 0$

### Неравновесное расширение газа в пустоту

В начале ид. газ занимал объём  $V_1$ , а после свободного расширения —  $V_2$ .

система предполаг. изолированной

работа не соверш., тепло не поступает: вн. энергия и  $T$  не меняются  $\Rightarrow \Delta S = \nu R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ . энтропия возрастает, т.к. процесс необратимый и происходит в замкнутой системе