

# Идеальная машина и цикл Карно.

✓ В 1824 году французский инженер С. Карно рассмотрел круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Этот круговой процесс сыграл важную роль в развитии учения о тепловых процессах. Он называется *циклом Карно* (рис. 1).

# Диаграмма кругового движения в машине Карно.

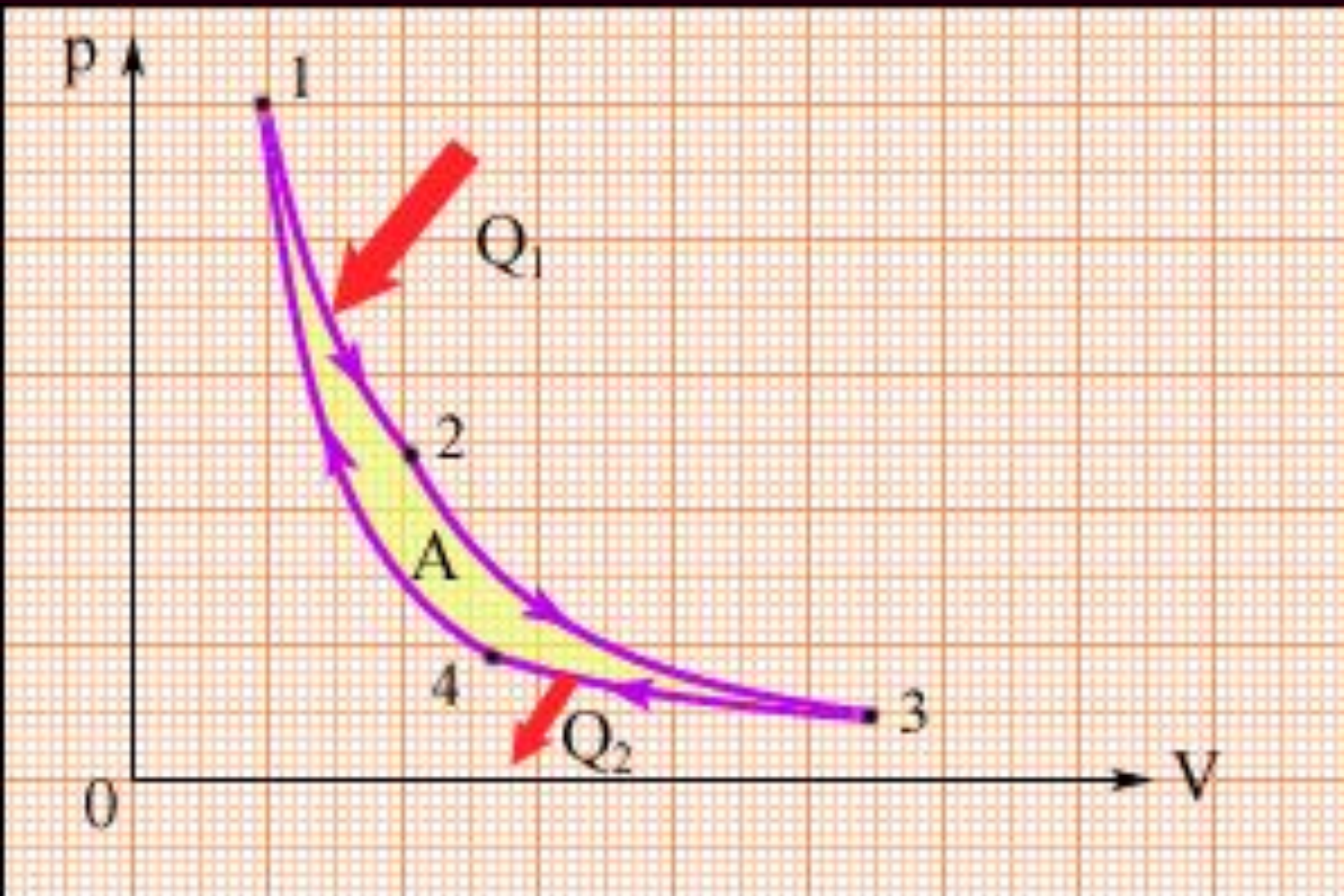


Рис. 1  
Цикл  
Карно

# Первый этап.

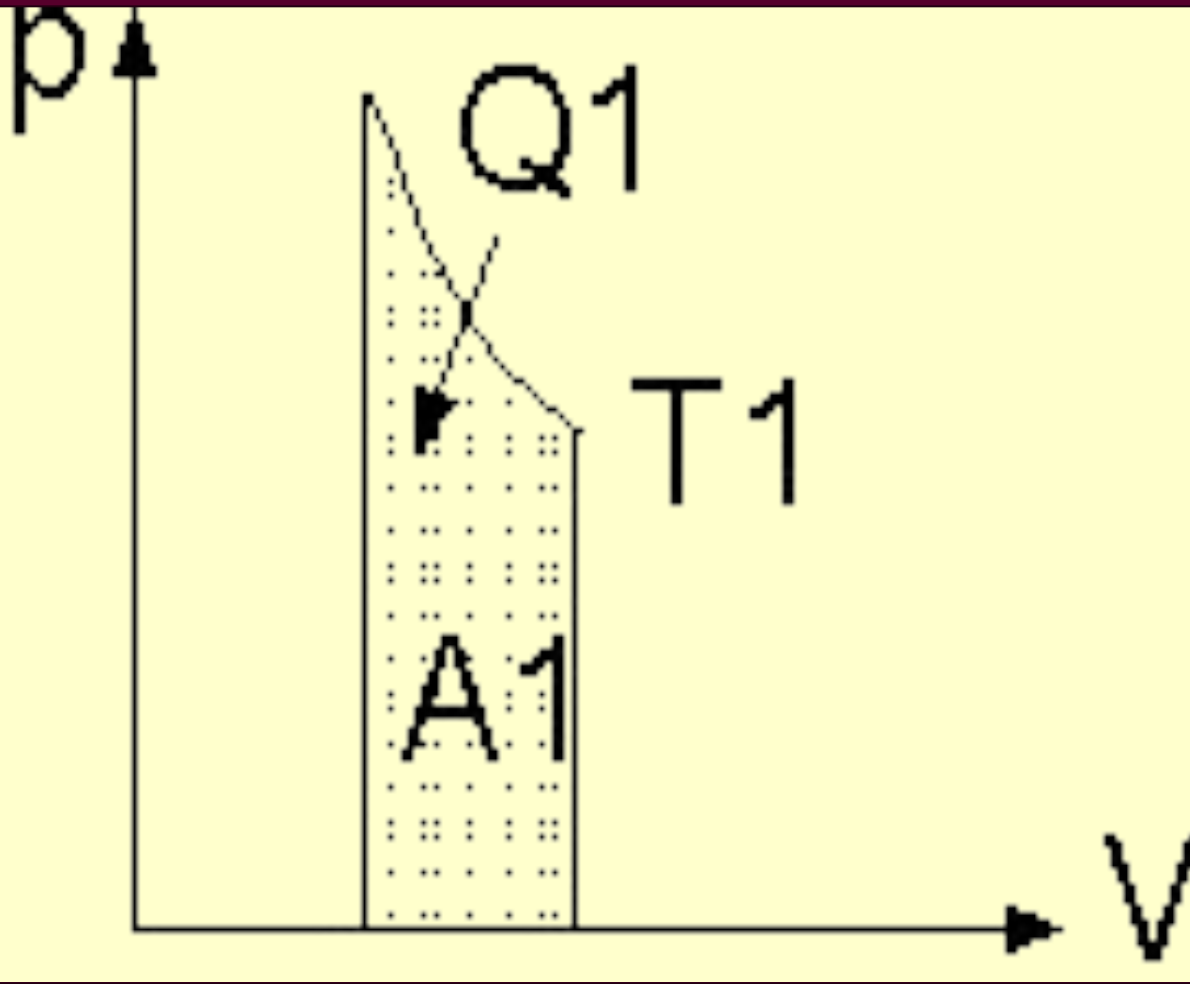
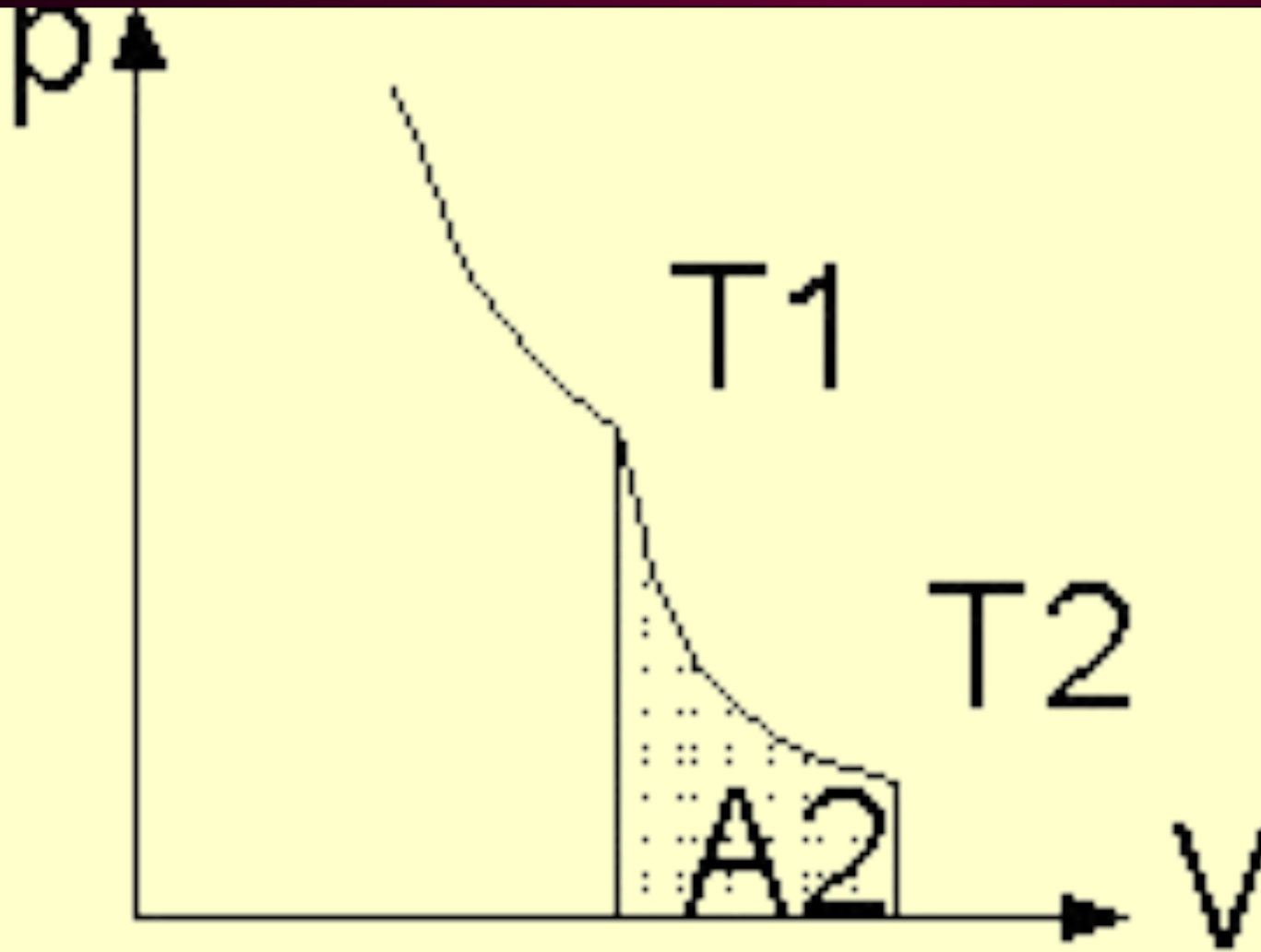


Рис. 2 Изотермический процесс

◆ Идеальный газ находится в цилиндре, закрытом поршнем. На первом этапе металлическая стенка цилиндра приводится в контакт с нагревателем. Поршню разрешается передвигаться настолько медленно, чтобы температура газа равнялась температуре нагревателя  $T_1$ . Это изотермический процесс (рис. 2). Полученное тепло  $Q_1$  превращается в работу  $A_1$ , равную площади под графиком.

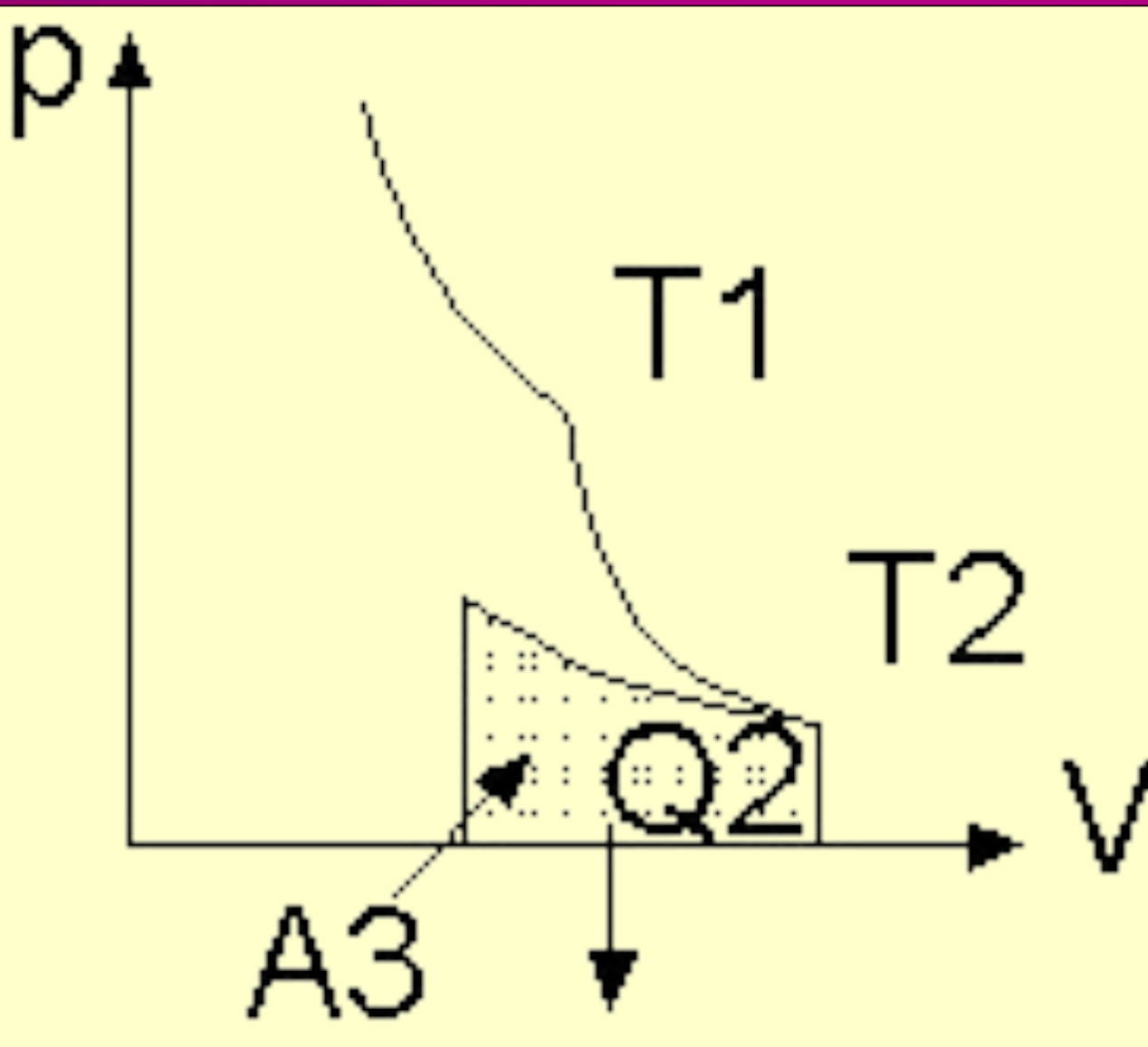
## Второй этап.



- На втором этапе цилиндр изолируется от нагревателя, и газ продолжает адиабатически расширяться, производя работу  $A_2$  (заштрихованная площадь на рис. 3). Поскольку притока тепла нет, работа совершается за счет внутренней энергии рабочего тела (газа) и его температура снижается от  $T_1$  до  $T_2$ .

Рис. 3 Адиабатический процесс

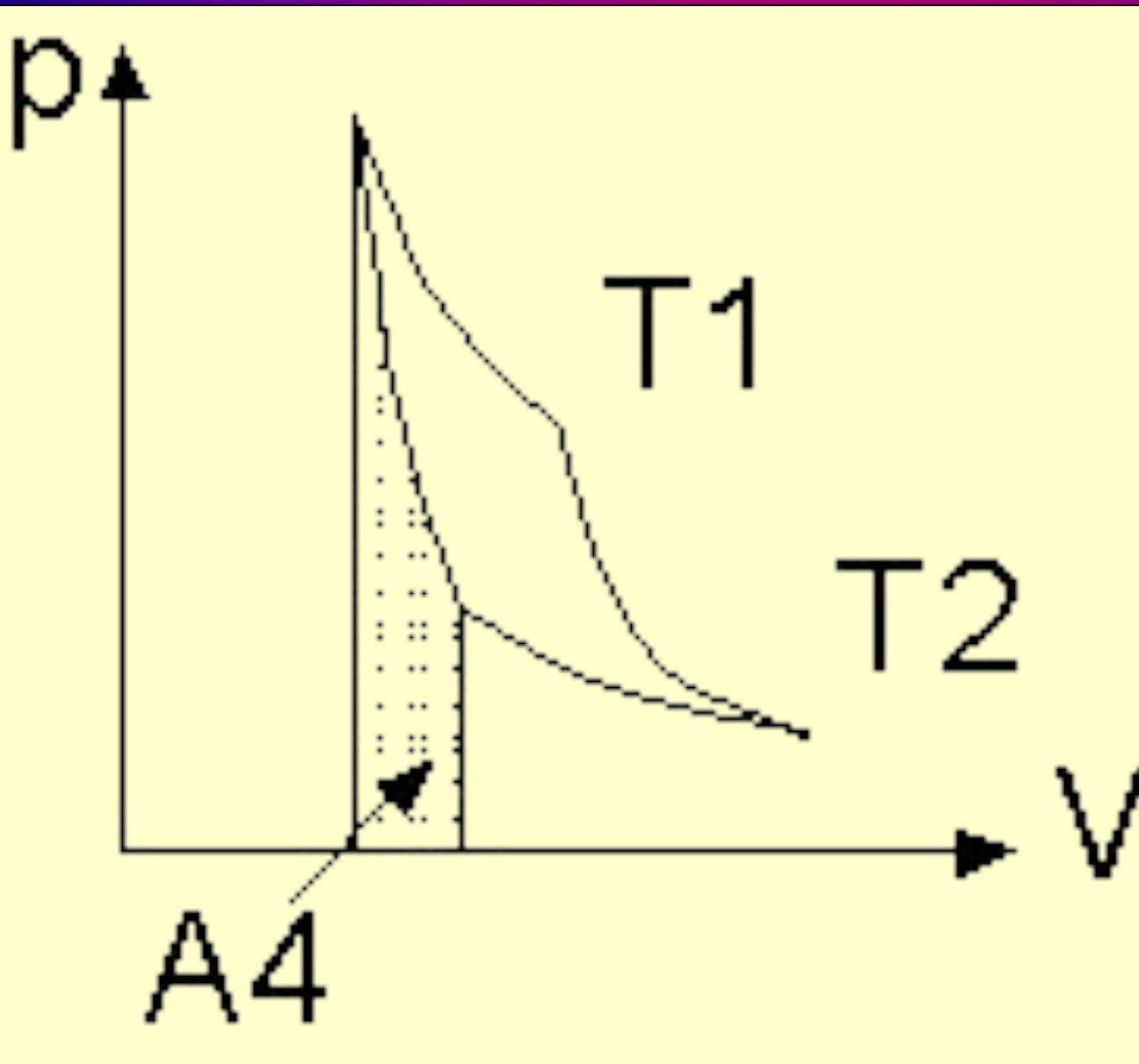
# Третий этап.



- Далее, для того, чтобы выдвинутый поршень вернуть в первоначальное положение, на третьем этапе цилиндр вводится в контакт с находящимся при низкой температуре радиатором. Количество отданной теплоты  $Q_2$  будет равно совершенной над поршнем работе  $A_3$  (заштрихованная площадь на рис. 4). Газ при этом будет изотермически сжиматься при температуре  $T_2$ .

Рис. 4

# Четвертый этап.



Последняя стадия - вновь адиабатический процесс, когда над поршнем совершается работа  $A_4$ , полностью переходящая во внутреннюю энергию газа. Его температура при этом повышается от  $T_2$  до  $T_1$  (рис. 5).

# Коэффициент полезного действия.

- Карно выразил коэффициент полезного действия цикла через температуры нагревателя  $T_H$  и холодильника  $T_X$ :

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$



# Работа идеальной машины Карно.

- *За каждый цикл получается полезная работа  $A$ , определяемая площадью ограниченной диаграммой цикла Карно.*
- *Площадь, ограниченная диаграммой цикла, всегда равна полученной за один цикл механической энергии.*

- Любой участок цикла Карно и весь цикл в целом может быть пройден в обоих направлениях. Обход цикла по часовой стрелке соответствует тепловому двигателю, когда полученное рабочим телом тепло частично превращается в полезную работу. Обход против часовой стрелки соответствует *холодильной машине*, когда некоторое количество теплоты отбирается от холодного резервуара и передается горячему резервуару **за счет совершения внешней работы**. Поэтому идеальное устройство, работающее по циклу Карно, называют **обратимой тепловой машиной**.

# Домашнее задание

■ §

