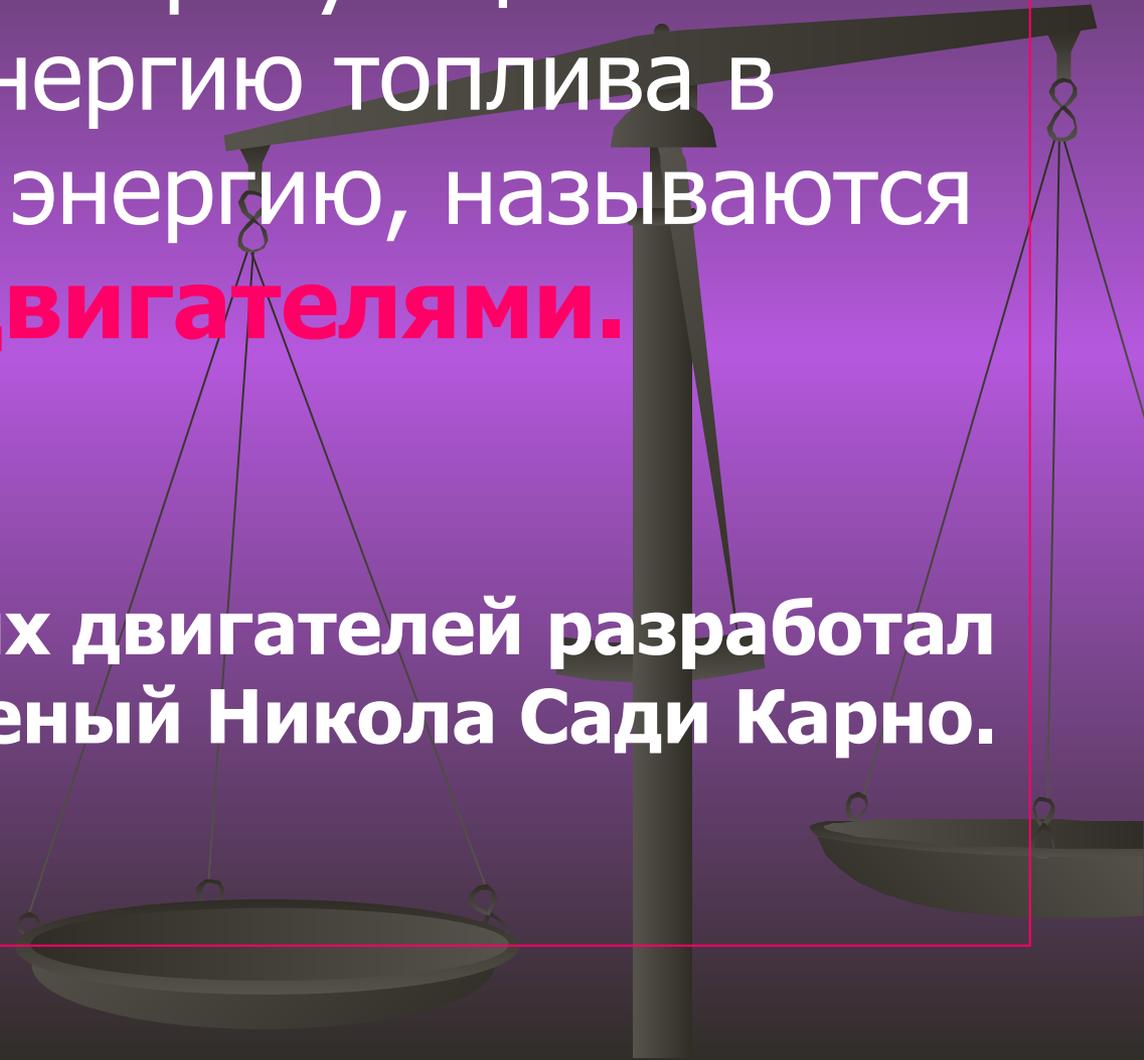


# Тепловые двигатели

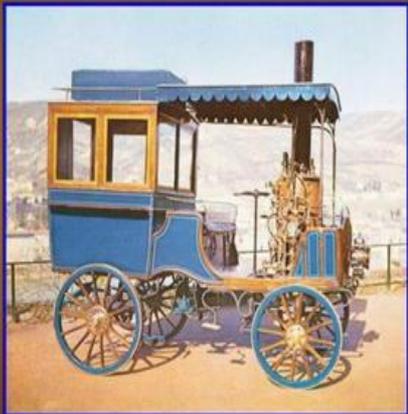
Устройства, преобразующие внутреннюю энергию топлива в механическую энергию, называются **тепловыми двигателями.**

Теорию тепловых двигателей разработал французский ученый Никола Садди Карно.



Первый универсальный тепловой двигатель (паровую машину) создал в 1774 г. выдающийся английский изобретатель Джеймс Уатт. Этому, правда, предшествовало изобретение в 1765 г. пароатмосферной машины русским механиком И. И. Ползуновым, однако его машина после нескольких месяцев работы была остановлена, а затем и вообще разобрана, в результате чего дело Ползунова на десятки лет было предано забвению. Машина же Уатта получила широкое распространение и сыграло огромную роль в переходе к машинному производству.

## Первая паровая машина Джеймс Уатт



## МАШИНА ПОЛЗУНОВА



Иван Иванович  
Ползунов

- 1 - топка
- 2 - котел
- 3 - трубы для пара
- 4 - парораспределительное устройство
- 5 и 6 - цилиндры
- 7 - трубы для воды
- 8 - водной бак
- 9 - полубалансиры
- 10 - тяги
- 11 - воздушные трубы
- 12 - водные трубы
- 13 - водной бак

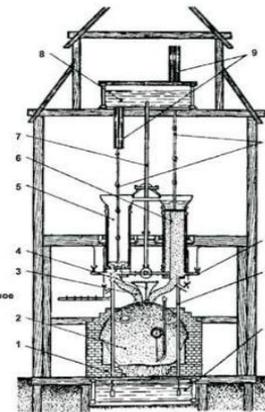
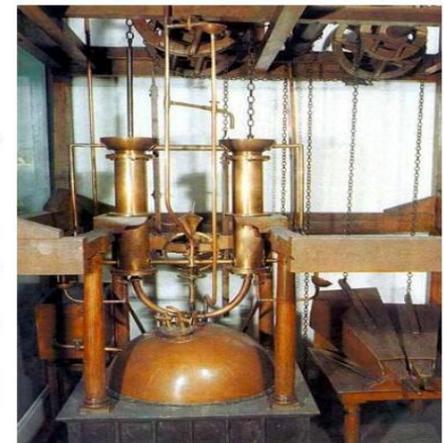
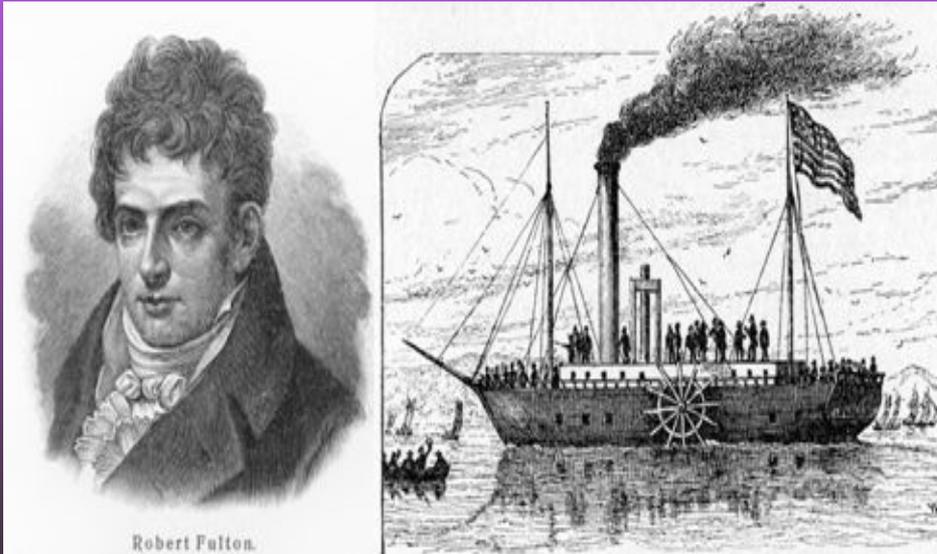


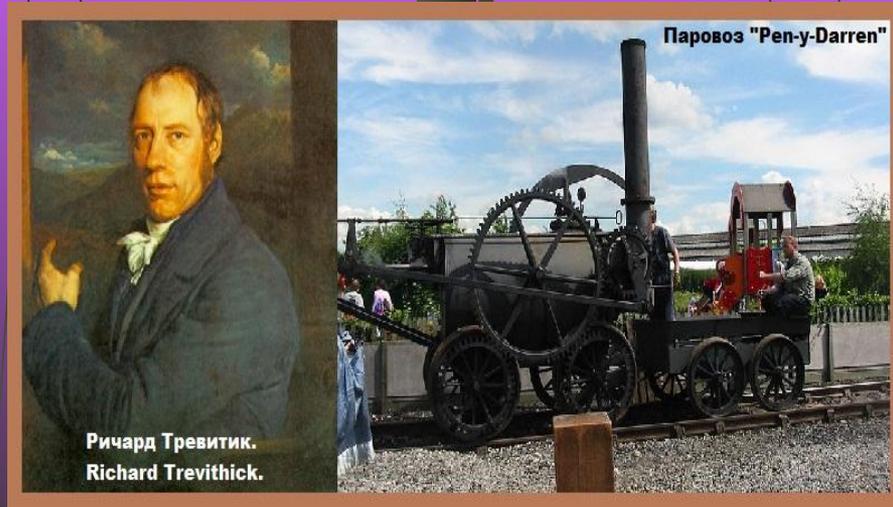
Схема устройства паровой  
машины И.И. Ползунова



Изобретение паровой машины способствовало созданию паровозов, пароходов и первых (паровых) автомобилей. Первые паровозы были созданы в Англии Р. Тревитиком (1803) и Дж. Стефенсоном (1814). Изобретателем парохода считается американец Р. Фултон. Свои первые испытания он проводил на реке Сене в Париже. Однако когда он в 1804 г. обратился к Наполеону Бонапарту с предложением перевести французские корабли на использование паровой тяги, то, как это ни странно, получил отказ. Через некоторое время Фултон вернулся на родину, и в 1807 г. по реке Гудзон отправился в свой первый рейс пароход «Клермонт».



Robert Fulton.



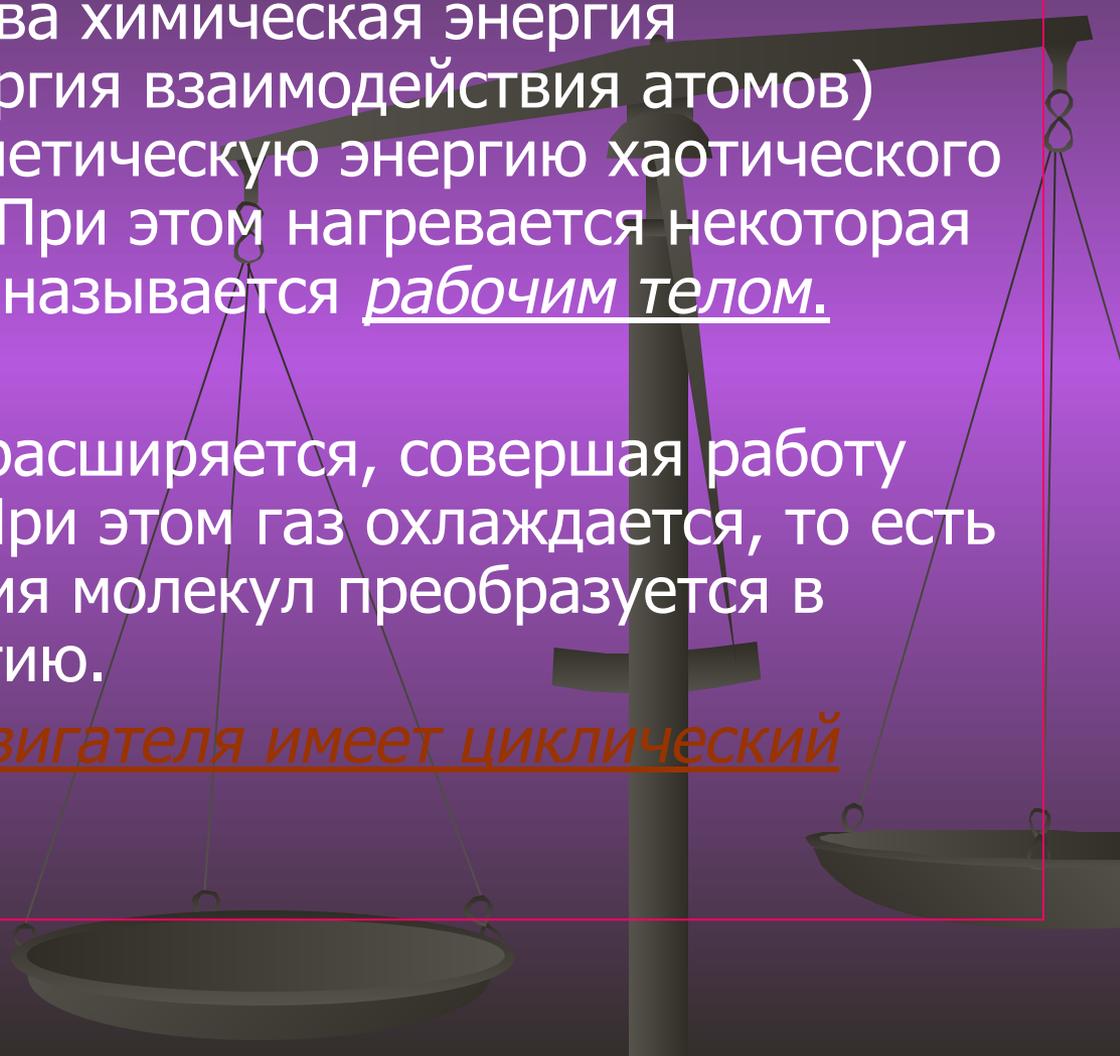
Ричард Тревитик.  
Richard Trevithick.

Паровоз "Pen-y-Darren"

# Преобразование энергии при работе тепловых двигателей

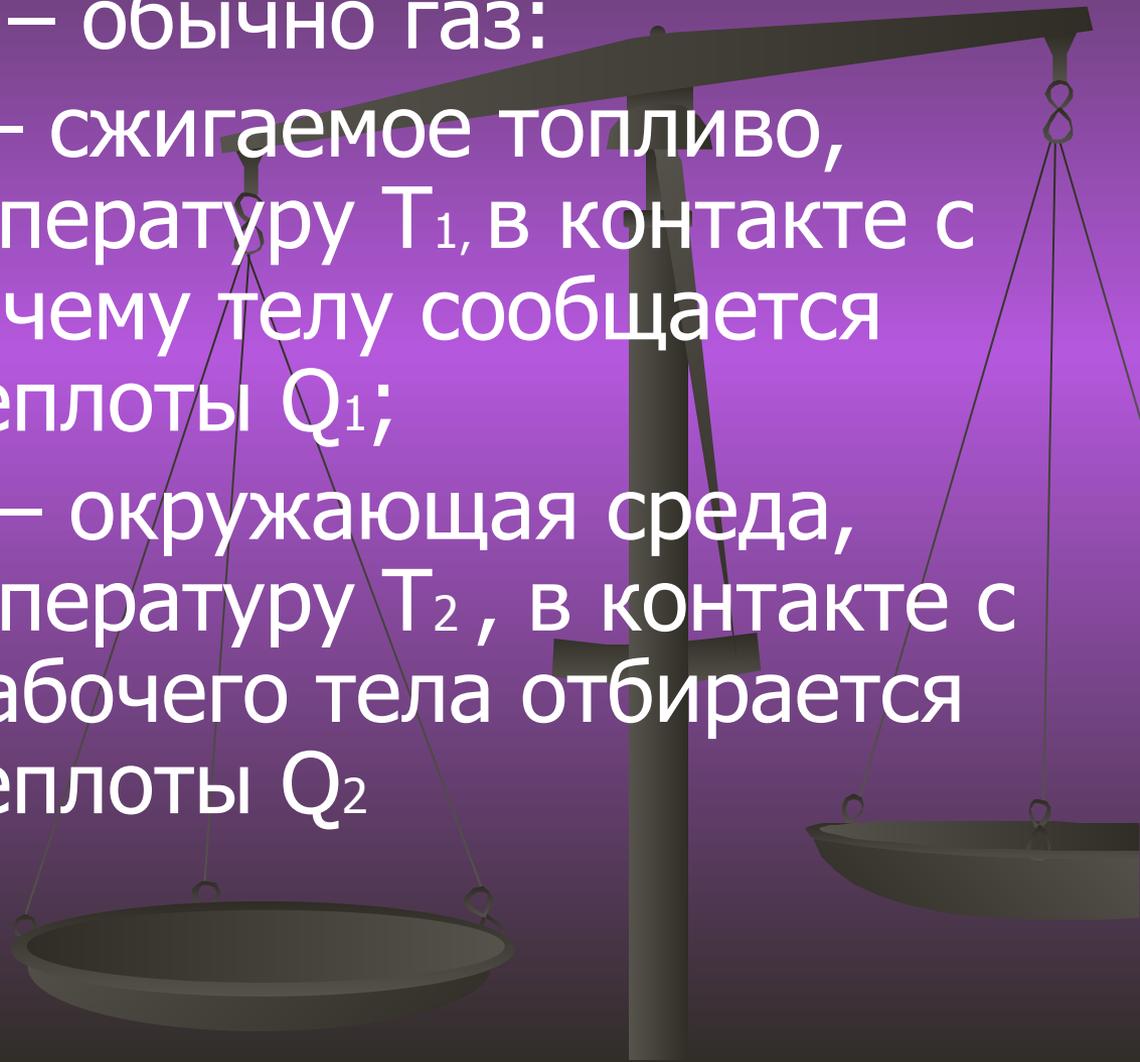
- При сгорании топлива химическая энергия (потенциальная энергия взаимодействия атомов) преобразуется в кинетическую энергию хаотического движения молекул. При этом нагревается некоторая масса газа, которая называется рабочим телом.
- Газ (рабочее тело) расширяется, совершая работу (двигая поршень). При этом газ охлаждается, то есть кинетическая энергия молекул преобразуется в механическую энергию.

Действие теплового двигателя имеет циклический характер.



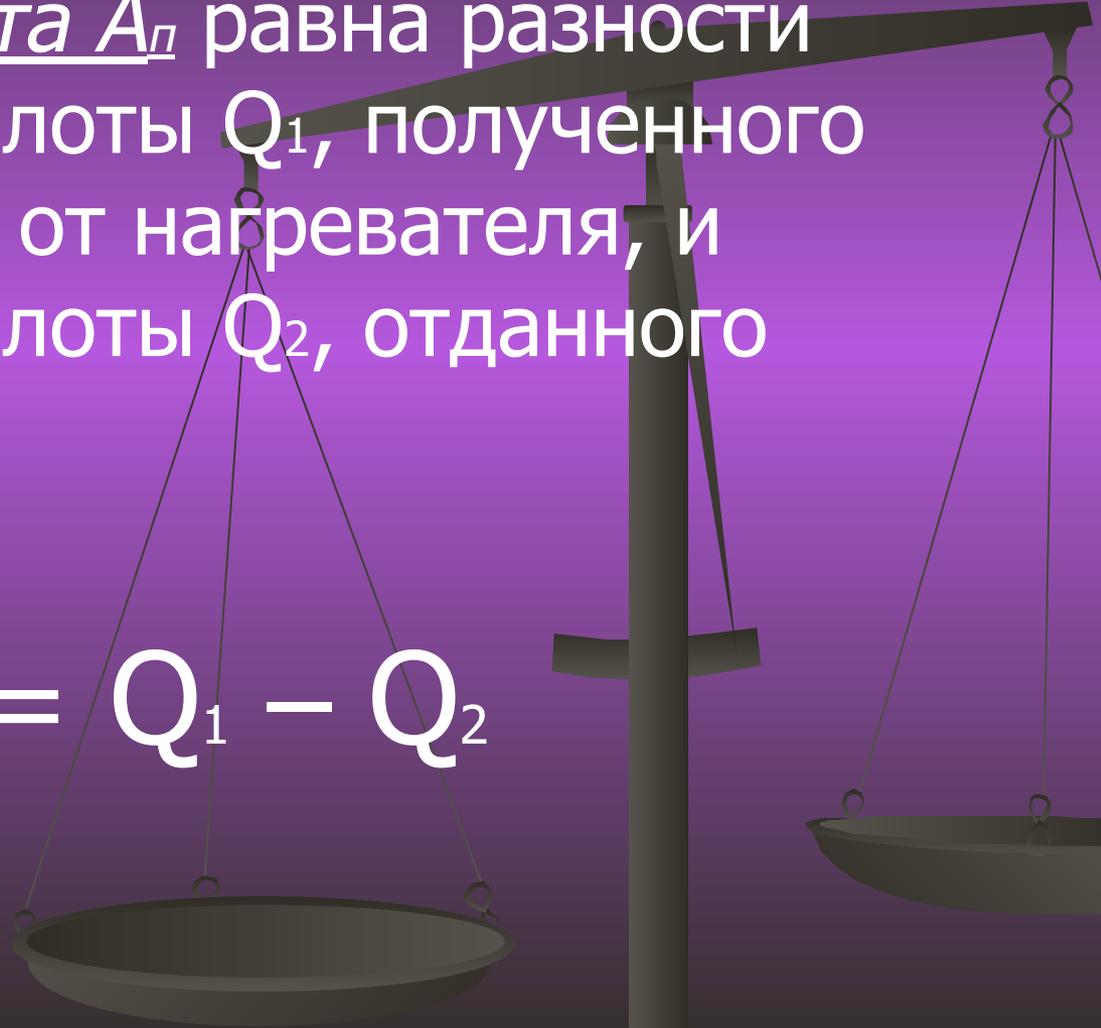
# Основные элементы теплового двигателя

1. Рабочее тело – обычно газ:
2. Нагреватель – сжигаемое топливо, имеющий температуру  $T_1$ , в контакте с которым рабочему телу сообщается количество теплоты  $Q_1$ ;
3. Холодильник – окружающая среда, имеющий температуру  $T_2$ , в контакте с которым от рабочего тела отбирается количество теплоты  $Q_2$

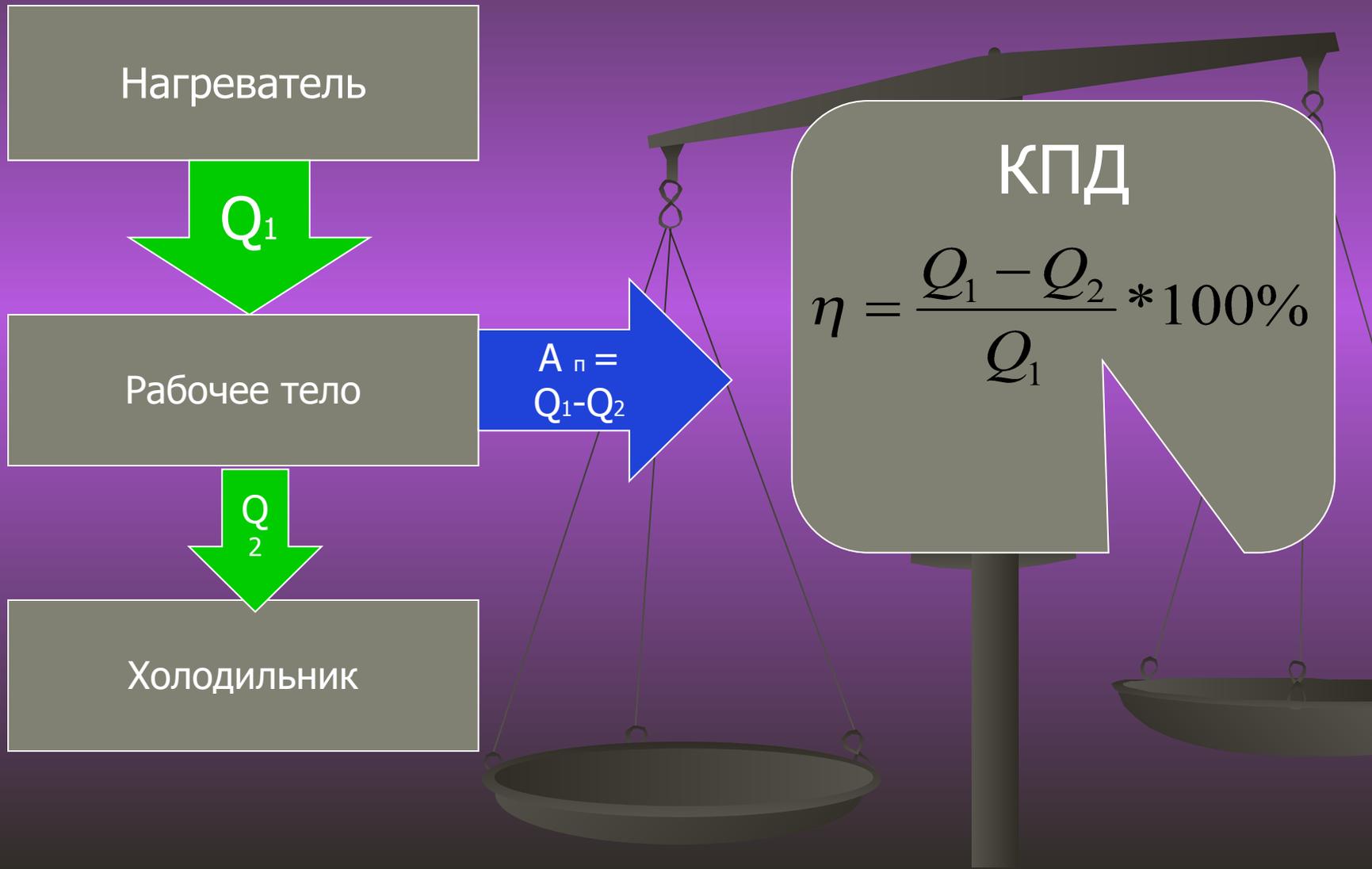


# Полезная работа теплового двигателя

- Полезная работа  $A_n$  равна разности количества теплоты  $Q_1$ , полученного рабочим телом от нагревателя, и количества теплоты  $Q_2$ , отданного холодильнику.

$$A_n = Q_1 - Q_2$$


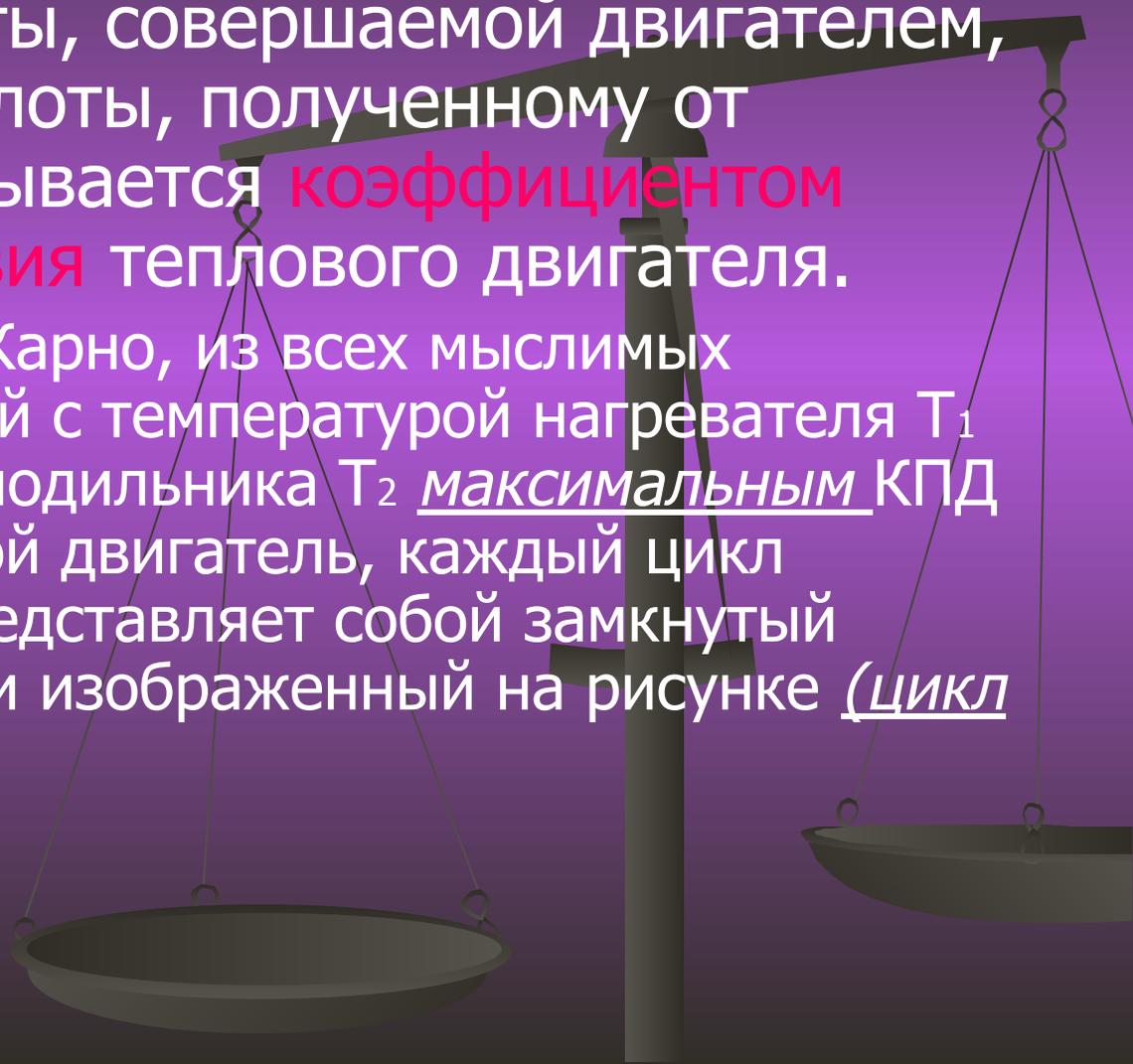
# Схема работы теплового двигателя



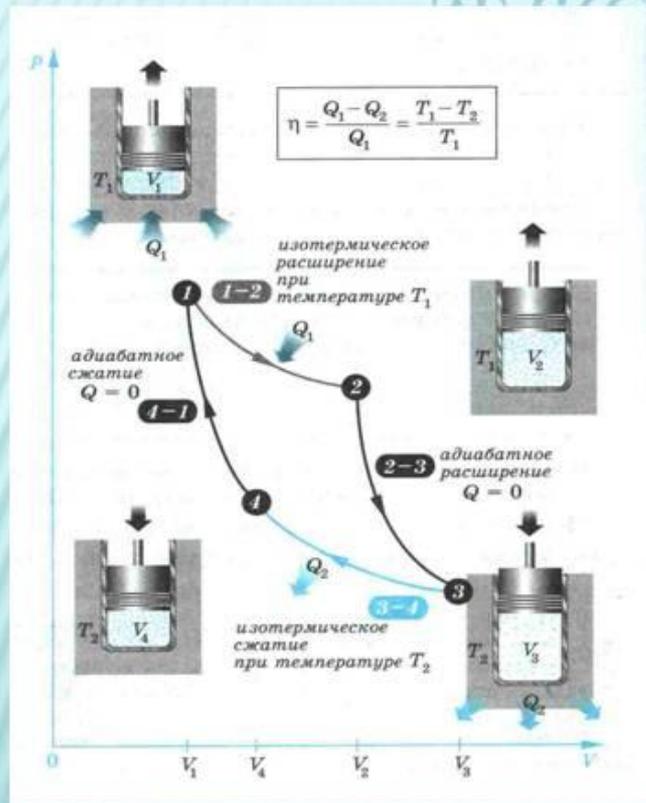
# КПД теплового двигателя

Отношение работы, совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя, называется **коэффициентом полезного действия** теплового двигателя.

Согласно теореме Карно, из всех мыслимых тепловых двигателей с температурой нагревателя  $T_1$  и температурой холодильника  $T_2$  максимальным КПД будет обладать такой двигатель, каждый цикл работы которого представляет собой замкнутый процесс, графически изображенный на рисунке (цикл Карно).



# ЦИКЛ КАРНО – САМЫЙ ЭФФЕКТИВНЫЙ ЦИКЛ, ИМЕЮЩИЙ МАКСИМАЛЬНЫЙ КПД.



- \* 1 – 2 - изотермическое расширение.  
 $A_{12} = Q_1$
- \* 2 – 3 – адиабатное расширение  
 $A_{23} = -\Delta U_{23}$
- \* 3 – 4 - изотермическое сжатие  
 $A_{34} = A_{сж} = Q_2$
- \* 4 – 1 – адиабатное сжатие  
 $A_{41} = \Delta U_{41}$

КАРНО Никола Леонард Сади  
(1796-1832)

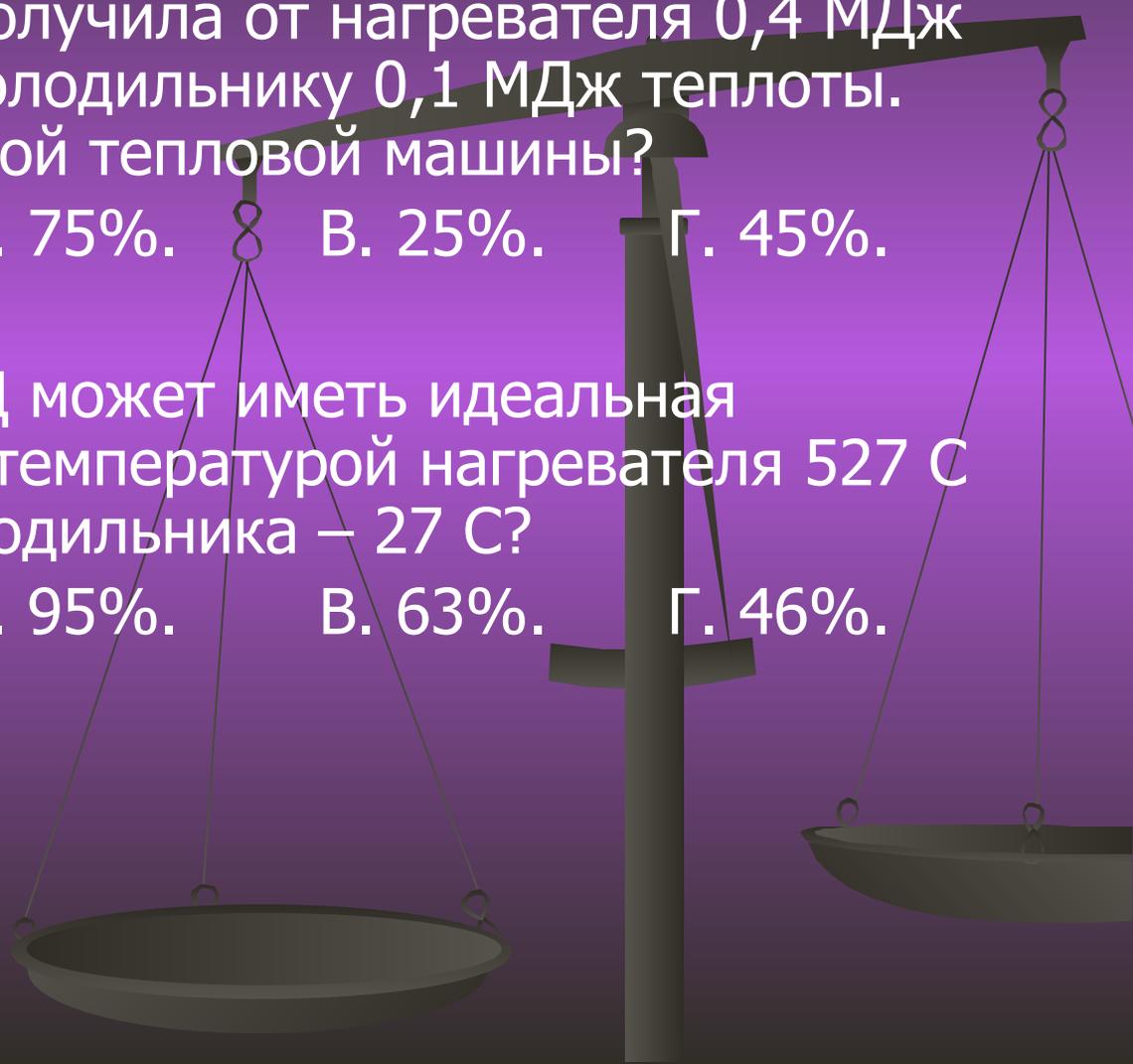
французский физик и  
инженер, один из создателей  
термодинамики.

Им были введены основные  
понятия термодинамики:  
идеальная тепловая машина,  
идеальный цикл  
( Цикл Карно),  
обратимость и необратимость  
термодинамических процессов.



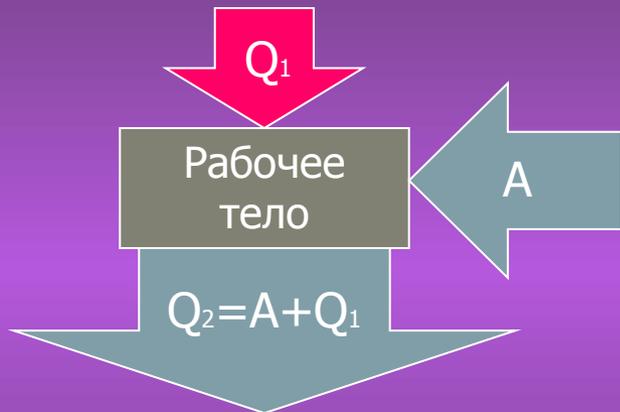
# Решите задачи

- Тепловая машина получила от нагревателя  $0,4$  МДж теплоты и отдала холодильнику  $0,1$  МДж теплоты. Чему равен КПД такой тепловой машины?  
А. 100%.      Б. 75%.      В. 25%.      Г. 45%.
- Какое значение КПД может иметь идеальная тепловая машина с температурой нагревателя  $527$  С и температурой холодильника  $-27$  С?  
А. 100%.      Б. 95%.      В. 63%.      Г. 46%.



# Холодильник (холодильная машина)

Количество теплоты,  
отобранное у продуктов



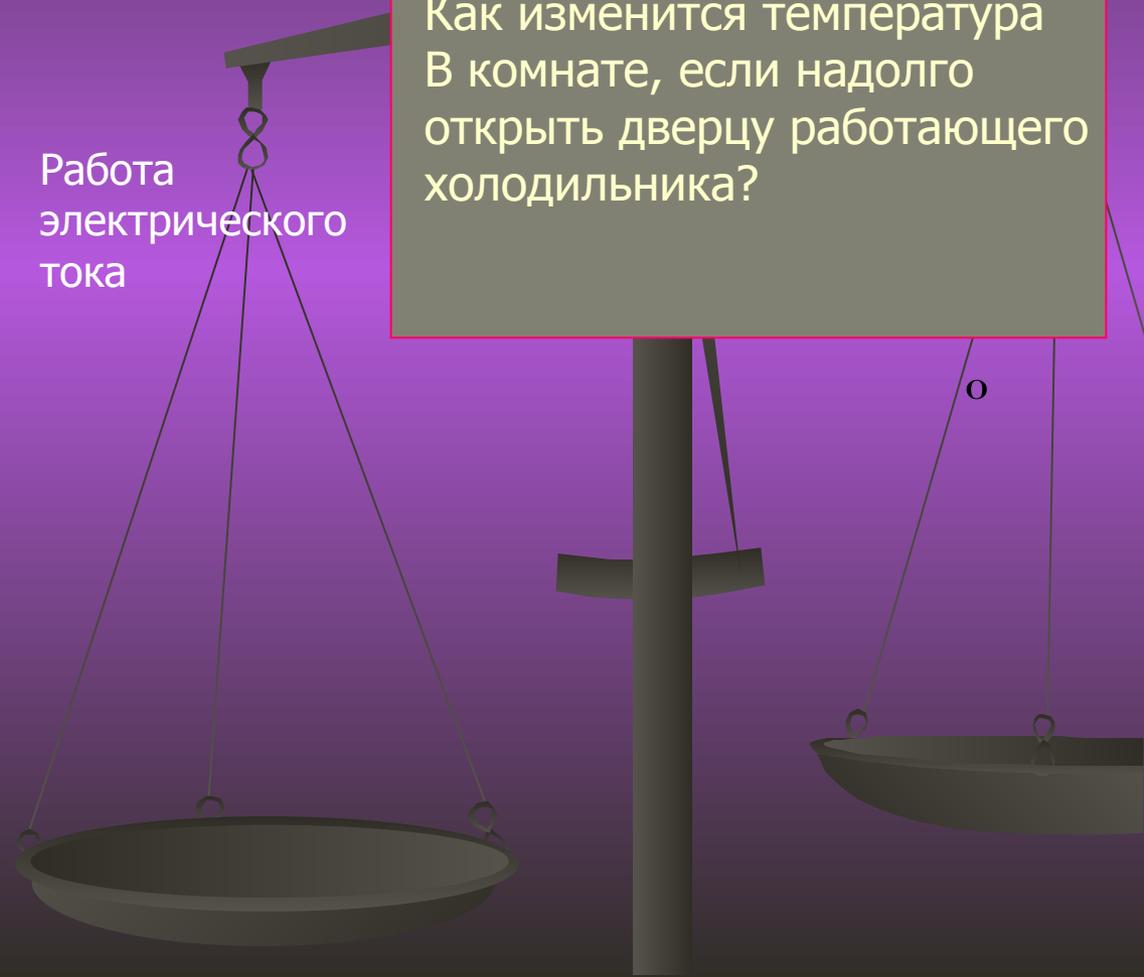
Количество теплоты,  
переданное  
воздуху в помещении

Работа  
электрического  
тока

Решите задачу:

$\rho$

Как изменится температура  
В комнате, если надолго  
открыть дверцу работающего  
холодильника?



Спасибо за внимание!

