

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ.
ФИЗИКА.**



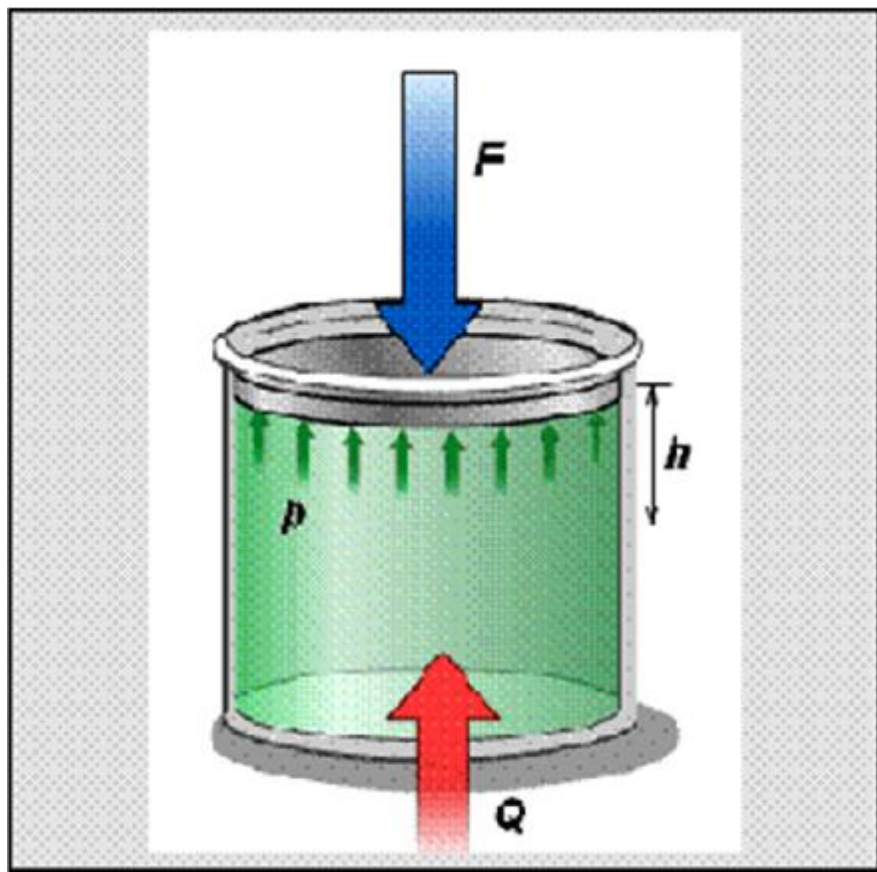
Внутренняя энергия.
Первый закон термодинамики.
Тепловые машины и их
применение

Термодинамика



Термодинамика – это теория тепловых явлений, происходящих в *макротелах и их системах* без учета атомно-молекулярного строения тела.

Термодинамика изучает свойства термодинамической системы в состоянии *термодинамического равновесия* и процессы перехода этих систем из одного состояния в другое.



В теплоизолированном цилиндре под невесомым поршнем находится идеальный газ. Сообщим системе некоторое количество теплоты Q и воздействуем на поршень некоторой внешней силой F . Рассмотрим, как изменяются параметры системы

Внутренняя энергия



Состояние термодинамической системы характеризуется рядом физических величин, главной из которых является внутренняя энергия.

Внутренняя энергия — это величина, характеризующая собственное состояние тела, т. е. энергия хаотического (теплового) движения микрочастиц системы (молекул, атомов, электронов, ядер и т. д.) и энергия взаимодействия этих частиц.

Внутренняя энергия



Внутренняя энергия одноатомного идеального газа определяется по формуле

$$U = NE_p = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

Внутренняя энергия



Внутренняя энергия тела может изменяться только в результате его взаимодействия с другими телами. Существуют два способа изменения внутренней энергии: **теплопередача и совершение механической работы** (например, нагревание при трении или при сжатии, охлаждение при расширении).

Теплопередача



Теплопередача— это изменение внутренней энергии без совершения работы: энергия передается от более нагретых тел к менее нагретым.

Теплопередача



Теплопередача бывает трех видов:

- *теплопроводность* (непосредственный обмен энергией между хаотически движущимися частицами взаимодействующих тел или частей одного и того же тела);

Теплопередача



- *конвекция* (перенос энергии потоками жидкости или газа);
- *излучение* (перенос энергии электромагнитными волнами).

Мерой переданной энергии при теплопередаче является **количество теплоты (Q)**.

Излучение - перенос энергии
электромагнитными волнами

Конвекция - перенос
энергии потоками
жидкости или газа



Теплопроводность - непосредственный
обмен энергией от одной системы к другой
при непосредственном их контакте

Теплопередача



Количество теплоты, переданное при нагревании тела или выделяемое при его охлаждении:

$$Q = cm\Delta T$$

c – удельная теплоемкость вещества

Теплопередача



Количество теплоты, идущее на плавление тела или выделяемое при его кристаллизации:

$$Q = \lambda m$$

λ – удельная теплота плавления и кристаллизации тела

Теплопередача



Количество теплоты, идущее на испарение жидкости при $T = \text{const}$ или выделяемое при конденсации пара:

$$Q = Lm$$

L – удельная теплота парообразования и конденсации

Совершение механической работы



В термодинамике рассматривается перемещение частиц макроскопического тела относительно друг друга.

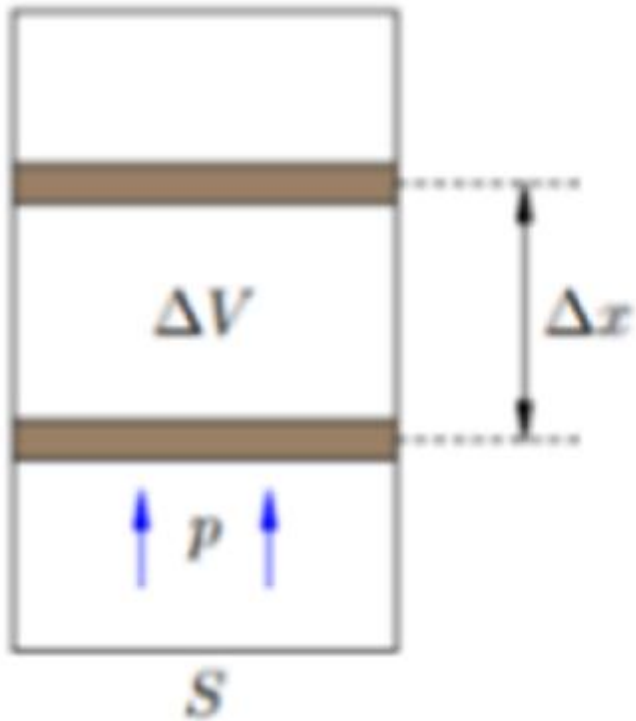
При совершении работы меняется объем тела. Скорость самого тела остается равной нулю, но *скорости молекул тела меняются. Поэтому меняется и температура тела.*

Совершение механической работы



Причина в том, что при столкновении с движущимся поршнем (сжатие газа) кинетическая энергия молекул изменяется — поршень отдает часть своей механической энергии.

При столкновении с удаляющимся поршнем (расширение) скорости молекул уменьшаются, газ охлаждается.



$$A' = p\Delta V$$

При совершении работы в термодинамике меняется состояние макроскопических тел: их объем и температура.

Совершение механической работы



Газ, находящийся в сосуде под поршнем, действует на поршень с силой

$$F' = pS,$$

где p — давление газа,

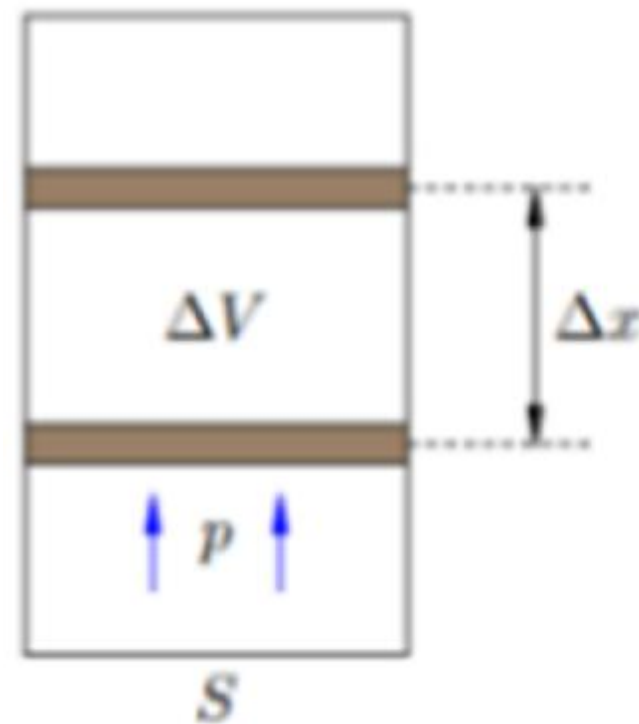
S — площадь поршня.

Если при этом поршень перемещается, то газ совершает работу.

Предположим, что газ расширяется при постоянном давлении p .

Тогда сила F' , с которой газ действует на поршень, также постоянна.

Пусть поршень переместился на расстояние Δx



Совершение механической работы



Работа газа при изобарном расширении равна:

$$A' = F' \Delta x = pS\Delta x = p\Delta V$$

Совершение механической работы



Если V_1 и V_2 — начальный и конечный объём газа, то для работы газа имеем:

$$A' = p(V_2 - V_1).$$

При расширении работа газа положительна.

При сжатии — отрицательна.

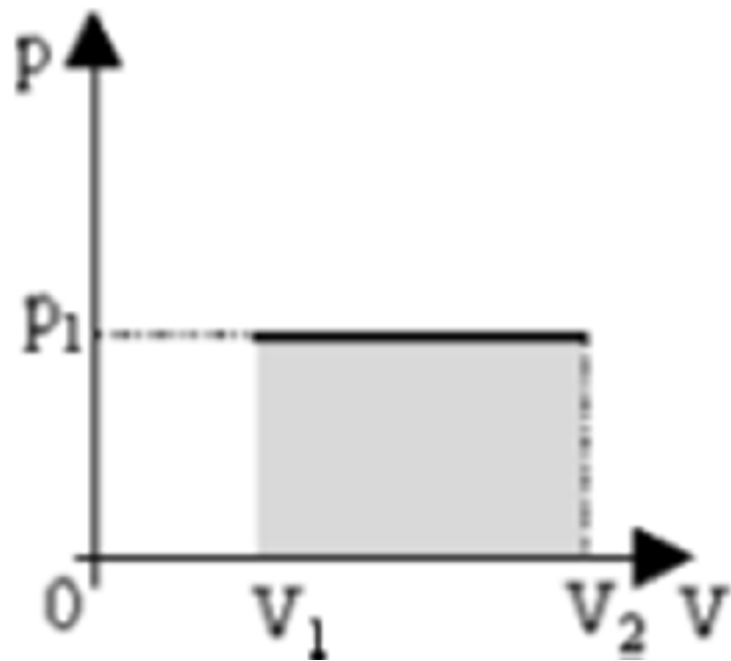
Совершение механической работы



Таким образом:

$$A' = p\Delta V \quad \text{— работа газа.}$$

$$A = - p\Delta V \quad \text{— работа внешних сил.}$$



В изобарном процессе площадь под графиком в координатах p, V численно равна работе. Внешняя работа над системой равна работе системы, но с противоположным знаком

$$A = -A'$$

Совершение механической работы



В изохорном процессе объем не меняется, следовательно, *в изохорном процессе работа не совершается.*

$$A=0$$

Первый закон термодинамики



Существование двух форм изменения внутренней энергии – работы и теплообмена, отражает **первый закон термодинамики**, который является законом сохранения и превращения энергии применительно к тепловым процессам. Открытие этого закона в середине XIX в. связано с работами Р.Майера, Д.Джоуля и Г.Гельмгольца.

Первый закон термодинамики



Первый закон термодинамики :

Изменение внутренней энергии замкнутой системы равно сумме количества теплоты, переданной системе, и работы внешних сил, совершенной над системой.

Первый закон термодинамики

$$\Delta U = A + Q$$

где ΔU — изменение внутренней энергии,

Q — количество теплоты, переданное системе,

A — работа внешних сил.

Первый закон термодинамики



Если система сама совершает работу, то ее условно обозначают A' . Тогда **первый закон термодинамики**, можно записать

так:

$$Q = A' + \Delta U$$

(количество теплоты, переданное системе, идет на совершение системой работы и изменение ее внутренней энергии).

Изопроцессы в термодинамике



Простейшими процессами перехода термодинамической системы из одного состояния в другое являются:

Изобарный процесс

$$p = \text{const}$$

$$Q = \Delta U + A'$$

Изопрцессы в термодинамике



Изохорный процесс

$$V = \text{const}$$

$$Q = \Delta U$$

Газ не меняет своего объема, работа им не совершается. Т.о. переданное количество теплоты идет на увеличение внутренней энергии газа.

Изопроцессы в термодинамике



Изотермический процесс

$$T = \text{const}$$

$$Q = A'$$

Внутренняя энергия не меняется.
Следовательно количество теплоты,
переданное системе идет на совершение
работы

Изопроцессы в термодинамике

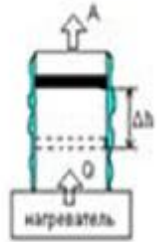
Адиабатный процесс

$$Q=0$$

$$A=\Delta U$$

Процесс происходящий в системе без теплообмена с окружающей средой. При совершении работы над газом внутренняя энергия системы увеличивается, следовательно увеличивается и температура газа.

Первый закон термодинамики. Изопроцессы



I з.термодинамики

$$\bar{Q} = \Delta \bar{U} + \bar{A}$$

$$Q = \pm cm\Delta T$$

теплообмен

$$Q = \pm Lm$$

Испарение, конденсация

$$Q = \pm \lambda m$$

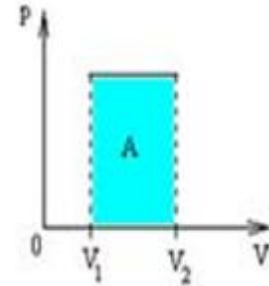
Плавление, отвердевание

$$A = p\Delta V$$

Работа $p = \text{const}$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R\Delta T$$

Изменение ви.энергии одноатомного ид. газа



$T = \text{const}$ $Q = \underline{A}$ изотермический

$V = \text{const}$ $Q = \underline{\Delta U}$ изохорный

$p = \text{const}$ $Q = \underline{\Delta U + A}$ изобарный

$Q = 0$ $\Delta U = \underline{A}$ адиабатный



Р.Дизель

Адиабатный процесс

Тепловые машины и их применение



Тепловые машины бывают двух видов — в зависимости от направления протекающих в них процессов:

- **Тепловые двигатели** преобразуют теплоту, поступающие от внешнего источника, в механическую работу.
- **Холодильные машины** передают тепло от менее нагретого тела к более нагретому за счёт механической работы внешнего источника.

Тепловые машины и их применение



Тепловые двигатели осуществляют превращение тепла в работу. Для функционирования тепловой машины необходимы следующие составляющие: нагреватель, холодильник и рабочее тело. При этом тепло к рабочему телу подводится от нагревателя, имеющего более высокую температуру, и частично отводится к холодильнику, имеющего более низкую температуру.

Тепловые машины и их применение



Необходимость наличия нагревателя и рабочего тела обычно не вызывает сомнений, что же касается холодильника, как конструктивной части тепловой машины, то он может отсутствовать. В этом случае его функцию выполняет окружающая среда.

Работа, произведённая тепловым двигателем, согласно первому началу термодинамики равна разности количеств тепла подведённого и отведённого.

Тепловые машины и их применение



Коэффициентом полезного действия (КПД) теплового двигателя называется отношение произведённой работы к подведённому извне количеству тепла:

Тепловые машины и их применение



Холодильные машины осуществляют процесс переноса тепла от источников с более низким температурным уровнем к источникам более высоким температурным уровнем . Для осуществления этого процесса, называемого термокомпрессией, затрачивается подводимая внешняя работа

Тепловые машины и их применение



Эффективность работы холодильных машин определяется величиной удельной холодопроизводительности, представляющей отношение отнятой от охлаждаемого тела теплоты к затраченной для этого механической работе

Домашнее задание



- История создания тепловых машин (презентация об одной из тепловых машин)
(краткая история создания на сайте)

Схема работы паровой турбины

