

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Урок физики в Лицее.
ГБПОУ «МОК ЗАПАД»

Цели урока:

1. Сформировать основные понятия термодинамики
2. Сформулировать первый закон термодинамики
3. Рассмотреть принцип действия тепловых двигателей и их КПД
4. Выявить отрицательное воздействие тепловых двигателей на окружающую среду и наметить пути решения этой проблемы

Содержание

- Внутренняя энергия
- Работа в термодинамике
- Количество теплоты
- Первый закон термодинамики
- Принцип действия тепловых двигателей. КПД

Что изучает термодинамика

**Термодинамика –
теория тепловых процессов,
в которой не учитывается
молекулярное строение тел**

Термодинамика:
therme – тепло
и
dynamis – сила

***Внутренняя энергия тела –
это сумма кинетической энергии
хаотического теплового движения
частиц (атомов и молекул) тела
и потенциальной энергии их
взаимодействия***

U, [Дж]

**Внутренняя энергия тела в
начальный момент времени равна U_0**

**Тело под внешним воздействием
всегда переходит в новое состояние
и ее внутренняя энергия изменяется
и становится равной U**

Изменение внутренней энергии тела

$$U - U_0 = \Delta U$$

**означает переход тела в новое
состояние**

Изменение внутренней энергии тела
 ΔU происходит как в процессе
теплообмена, так и в процессе
свершения работы

Совершение
работы A

над
телом $\uparrow$

ΔU

самим
телом $\downarrow$

ΔU

Теплообмен Q

теплопроводность

излучение

конвекция

Энергию, которую получает или отдает система в процессе теплообмена, называют теплотой Q , [Дж]

Первое начало термодинамики (закон сохранения энергии применительно к тепловым процессам): подведенная к системе теплота расходуется на изменение внутренней энергии системы и на совершение этой системы работы

$$Q = \Delta U + A$$

Внутренняя энергия идеального одноатомного газа

$$U = N \overline{E}_k ,$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N = \frac{m}{M} N_A - \text{число молекул} \\ \overline{E}_k = \frac{3}{2} kT - \text{кинетическая энергия} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{одной молекулы} \end{array} \right.$$



$$(N_A k = R)$$



***Внутренняя энергия
идеального одноатомного газа***

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

***Внутренняя энергия
идеального двухатомного газа***

$$U = \frac{5}{2} \frac{m}{M} RT$$

Так как

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

- уравнение Клапейрона – Менделеева,

то внутренняя энергия:

$$U = \frac{3}{2} pV$$

- для одноатомного газа

$$U = \frac{5}{2} pV$$

- для двухатомного газа.

В общем виде:

$$U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{i}{2} pV$$

**где i – число степеней свободы молекул газа
($i = 3$ для одноатомного газа и $i = 5$ для
двухатомного газа)**

Работа в термодинамике

- **Работа газа:**

$$A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

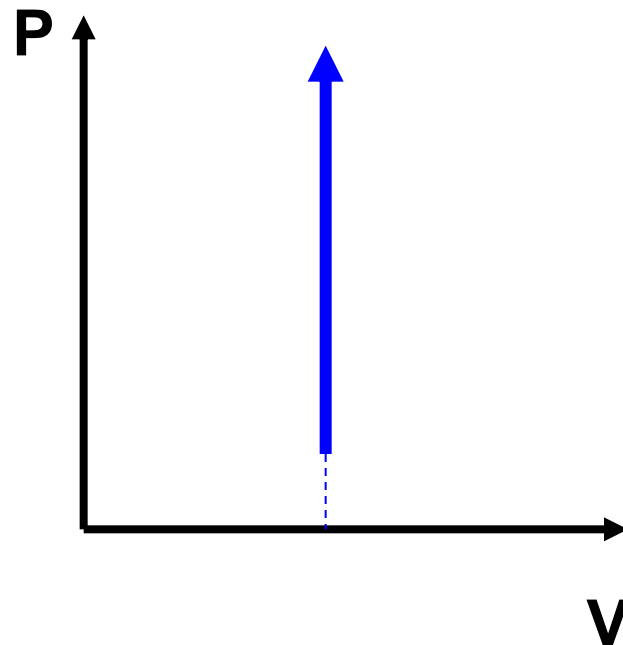
- **Работа внешних сил:**

$$A = -A$$

Работа газа при изопроцессах

- При изохорном процессе ($V=\text{const}$):
 $\Delta V = 0$ работа газом не совершается:

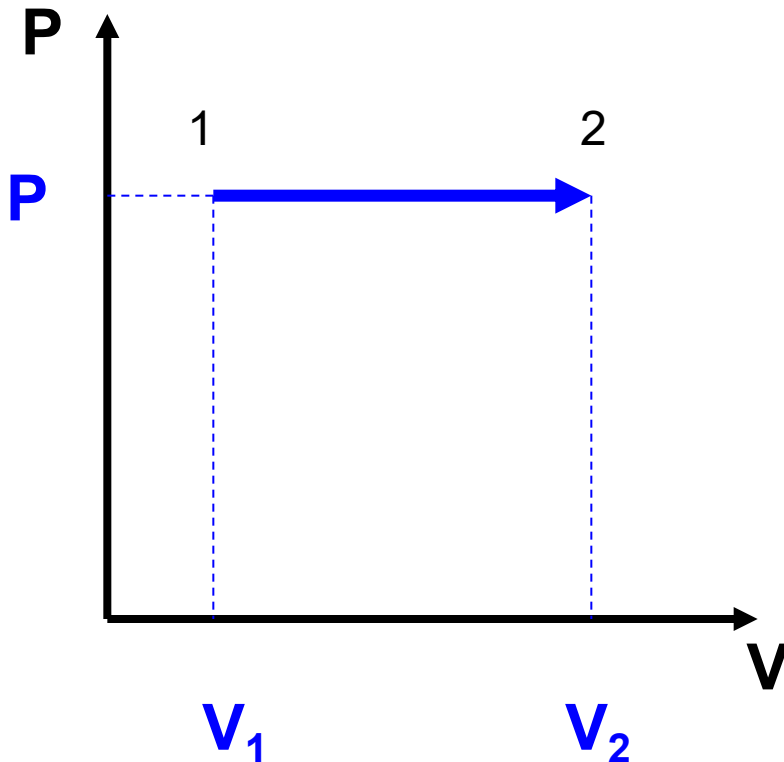
$$A = 0$$



Изохорное нагревание

- При изобарном процессе ($P=\text{const}$):

$$A = p \Delta V$$

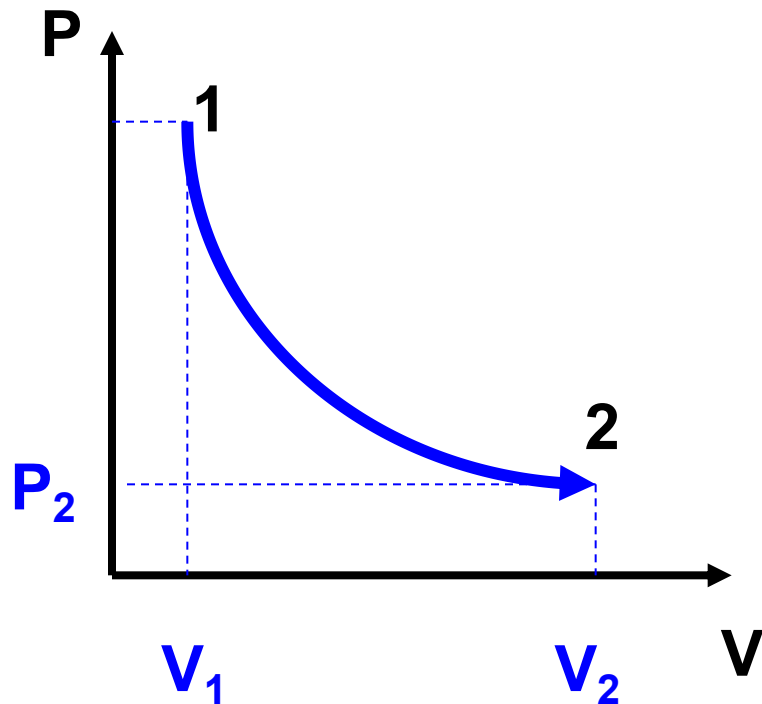


Изобарное расширение

$$A > 0$$

• При изотермическом процессе
($T = \text{const}$):

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

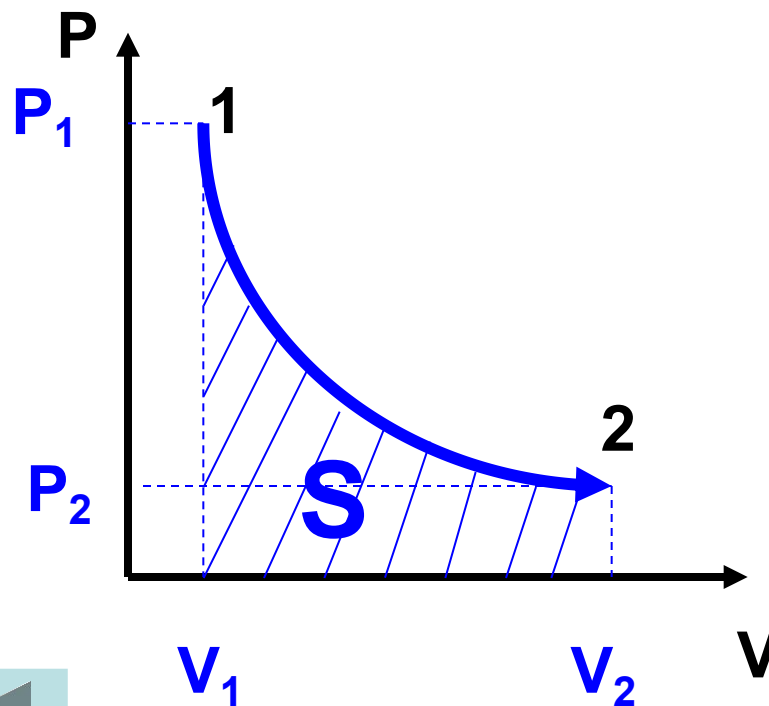
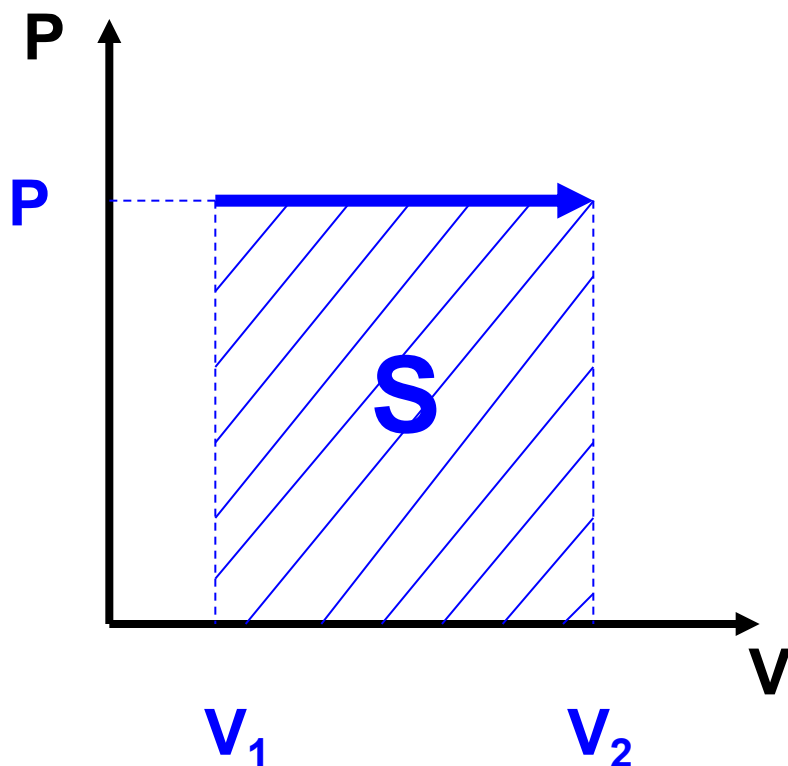


Изотермическое расширение

$$A > 0$$

Геометрическое истолкование работы:

Работа, совершаемая газом в процессе его расширения (или сжатия) при любом термодинамическом процессе, численно равна площади под кривой, изображающей изменение состояния газа на диаграмме (p, V) .



Количество теплоты – часть внутренней энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче

Процесс	формула	
Нагревание или охлаждение	$Q = cm\Delta T$	c – удельная теплоёмкость вещества [Дж/кг °K], m – масса [кг], ΔT – изменение температуры [°K].
Кипение или конденсация	$Q = rm$	r – удельная теплота парообразования [Дж/кг]
Плавление или кристаллизация	$Q = \lambda m$	λ - удельная теплота плавления вещества [Дж/кг]
Сгорание топлива	$Q = qm$	q – удельная теплота сгорания топлива [Дж/кг]



Первый закон термодинамики

Изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе

Количество теплоты, переданное системе, идёт на изменение её внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними телами

$$\Delta U = A + Q$$

$$Q = \Delta U + A$$

Применение первого закона термодинамики к различным процессам

Процесс	Постоянный параметр	Первый закон термодинамики
Изохорный	$V = \text{const}$	$\Delta U = Q$
Изотермический	$T = \text{const}$	$Q = A'$
Изобарный	$P = \text{const}$	$Q = \Delta U + A'$
Адиабатный	$Q = \text{const}$	$\Delta U = -A'$



Тепловые двигатели – устройства, превращающие внутреннюю энергию топлива в механическую.

Виды тепловых двигателей



Принцип действия тепловых двигателей



T_1 – температура нагревателя

T_2 – температура холодильника

Q_1 – количество теплоты, полученное от нагревателя

Q_2 – количество теплоты, отданное холодильнику

Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя – отношение работы A' ,

совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

$$\eta = \frac{A}{Q_1}$$

где $A = Q_1 - |Q_2|$ - работа, совершаемая двигателем

тогда
$$\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

$$\eta < 1$$

КПД всегда меньше единицы, так как у всех двигателей некоторое количество теплоты передаётся холодильнику

При $T_1 - T_2 = 0$ двигатель не может работать

**Максимальное значение КПД
тепловых двигателей (цикл Карно):**

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Отрицательные последствия
использования тепловых
двигателей:

- потепление климата;
- загрязнение атмосферы;
- уменьшение кислорода в атмосфере.

Решение проблемы:

- вместо горючего использовать сжиженный газ;
- бензин заменить водородом;
- электромобили;
- дизели;
- на тепловых электростанциях использовать скрубберы, в которых сера связывается с известью;
- сжигание угля в кипящем слое.

КПД тепловых двигателей

Двигатель	КПД, %
Паровая машина	1
Паровоз	8
Карбюраторный двигатель	20 - 30
Газовая турбина	36
Паровая турбина	35 - 46
Ракетный двигатель на жидком топливе	47

Литература

1. Самойленко. П.И. Физика для профессий и специальностей социально-экономического и гуманитарного профилей. – М.:ОИЦ «Академия», 2011. – 496 с.
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 класс. – М.: Просвещение, 2005. – 366 с.
3. Касьянов В.А. Физика 10 класс. – М.: Дрофа, 2006. – 410 с.
4. Волков В.А. Поурочные разработки по физике. 10 класс. – М: Вако, 2006. – 400 с.
5. Касаткина И.Л., Ларцева Н.А., Шкиль Т.В. Репетитор по физике. В 2-х томах. Том 1. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1995. – 863 с.
6. [www: fiz.1september.ru](http://www.fiz.1september.ru)