

Основы

термодинамики.

Второй закон

термодинамики

Урок физики в 10 классе

Повторение.

- Внутренняя энергия

 - Работа в термодинамике
 - Количество теплоты
 - Первый закон термодинамики
-

Внутренняя энергия

- Определение:

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

- Обозначение:

U

- Единицы измерения:

[Дж]

Внутренняя энергия

идеального одноатомного газа

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

$$N = \frac{m}{M} N_A -$$

число молекул

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT -$$

кинетическая энергия
одной молекулы



$$(N_A k = R)$$



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:

$$A = -A'$$

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

$$\Delta U = A + Q$$

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

Основные выводы

Название процесса	Постоянный параметр	Следствие постоянства параметра	Запись первого закона термодинамики
Изохорный	Объём, V	$A = 0$	$Q = \Delta U$
Изотермический	Температура, T	$\Delta U = 0$	$Q = A$
Изобарный	Давление, P	$A = P\Delta V$	$Q = \Delta U + P\Delta V$
Адиабатный	Количество теплоты, Q	$Q = 0$	$\Delta U = -A$

Процессы

```
graph TD; A[Процессы] --- B[Обратимые]; A --- C[Необратимые]
```

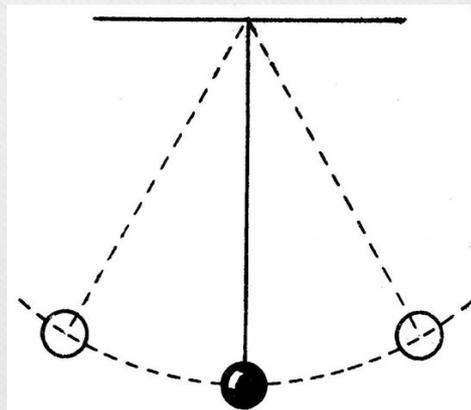
Обратимые

Необратимые

Необратимые процессы –
процессы, которые могут
самопроизвольно протекать
лишь в одном определенном
направлении.

Пример

Маятник
самостоятельно не
наращивает амплитуду
колебаний



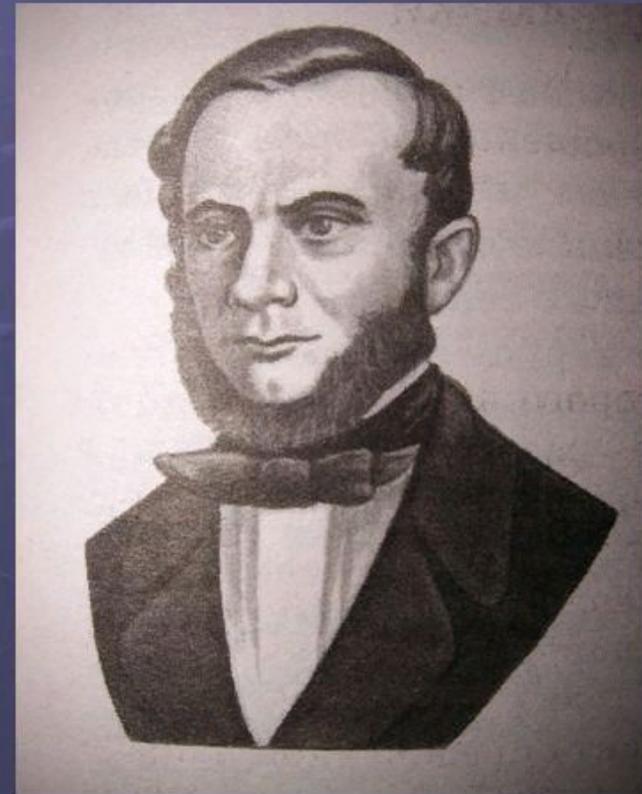
- Кусок льда, внесенный в комнату не охлаждается и не отдает часть энергии окружающей среде



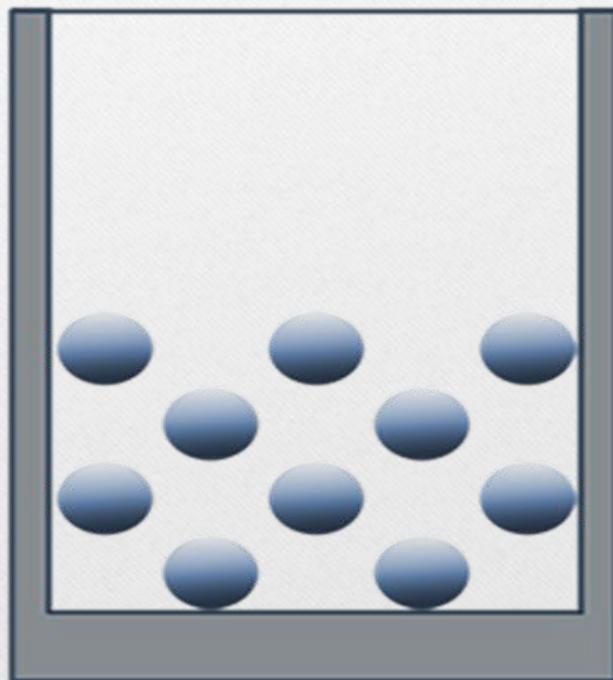
Обратимый процесс –
процесс, который можно провести
в прямом и обратном направлении
через одни и те же
промежуточные состояния без
изменений в окружающих телах

Формулировка Р. Клаузиуса

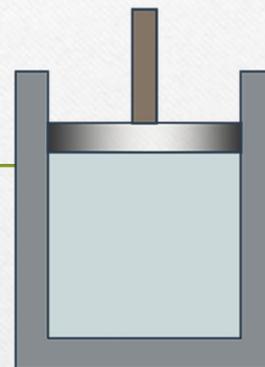
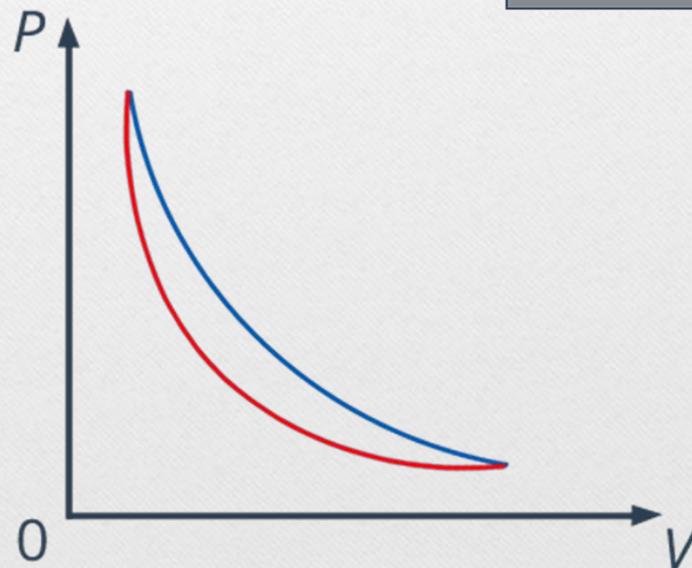
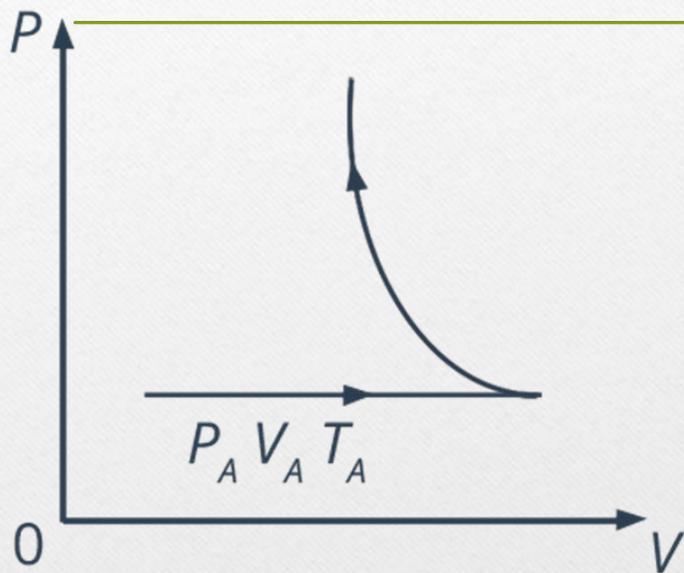
- Невозможно перевести тепло от более холодной системы к более горячей при отсутствии одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах



Статистическое толкование второго закона



Равновесные и неравновесные процессы



Вариант 1

1. При постоянном давлении p объём газа увеличится на ΔV . Какая физическая величина равна произведению $p\Delta V$ в этом случае?

- А.) работа, совершаемая газом;
- Б.) работа, совершаемая над газом внешними силами;
- В.) количество теплоты, полученное газом;
- Г.) внутренняя энергия газа.

2. Какой процесс произошёл в идеальном газе, если изменение внутренней энергии равно $\Delta U = A + Q$;

- А.) изобарный;
- Б.) изотермический;
- В.) изохорный;
- Г.) адиабатический

3. Газ находится в сосуде под давлением $2,5 \cdot 10^4$ Па. При сообщении ему количества теплоты $6 \cdot 10^4$ Дж, он изобарно расширится на 2 м^3 .

На сколько изменилась внутренняя энергия газа? Нагрелся газ или охладился?

Вариант 2

1. Какая физическая величина вычисляется по формуле $\frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$?

- А.) количество теплоты в идеальном газе;
- Б.) давление идеального газа;
- В.) внутренняя энергия одноатомного идеального газа;
- Г.) внутренняя энергия одного моля идеального газа.

2. Какой процесс произошёл в идеальном газе, если изменение его внутренней энергии равно нулю?

- А.) изобарный;
- Б.) изотермический;
- В.) изохорный;
- Г.) адиабатический.

3. Какую работу совершил газ, взятый в количестве 10 молей, при изобарном нагревании его на 500 К, и как при этом изменилась его внутренняя энергия. Какое количество теплоты им было получено?

4. Идеальный газ совершил работу, равную 300 Дж. При этом, его