

Уважаемые студенты!

Задание:

1. Прочтите приведенный ниже конспект лекции.
2. Напишите конспект лекции в тетрадь объемом не менее 5 страниц рукописного текста.
3. Ответьте письменно на контрольные вопросы.
4. Письменный отчет конспекта лекции и ответов на вопросы в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail (tamara_grechko@mail.ru).

Обратите внимание!!! В случае возникновения вопросов по теоретическому материалу лекции обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

Тема: Законы термодинамики

Цель: Изучить законы термодинамики

План

1. Первое начало термодинамики.
2. Адиабатный процесс.
3. Теплоемкость газа.
4. Второе начало термодинамики.

1. Первое начало термодинамики

Сформулируем закон сохранения и превращения энергии применительно к тепловым процессам.

Подведенная к термодинамической системе теплота расходуется на изменение внутренней энергии и совершение работы.

Это утверждение называется *первым началом термодинамики*. Его можно записать в виде формулы:

$$Q = \Delta U + A$$

В зависимости от того какой именно процесс совершается над газом, одно из слагаемых в этом выражении может обращаться в нуль.

1) Изобарический процесс ($p = const$).

И внутренняя энергия изменяется, и работа совершается, поэтому

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

2) Изохорический процесс ($V = const$).

Поскольку расширение газа отсутствует, то работа равна нулю, поэтому:

$$Q = \Delta U.$$

Таким образом, газ в данном случае ведет себя при нагревании как твердое тело или жидкость.

) Изотермический процесс ($T = const$).

Поскольку температура неизменна, то нет и изменения внутренней энергии, поэтому:

$$Q = A.$$

В данном случае вся подведенная теплота расходуется на совершение работы.

2. Адиабатный процесс.

Процесс, происходящий без обмена теплом с окружающей средой, называется адиабатным.

В чистом виде адиабатные процессы встречаются редко, однако, множество быстрых процессов, при которых теплообмен с окружающей средой просто не успевает произойти, близки к адиабатным

Сравним свойства изотермического процесса и адиабатного.

	Изотермический процесс	Адиабатный процесс
Отличительный признак	$T = const$	$Q = 0$
График	Кривая 1 (гипербола) на рис. 4.4	Кривая 2 (политропа) на рис. 4.4
Уравнение	Закон Бойля-Мариотта $p_1 V_1 = p_2 V_2$	Уравнение Пуассона $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$
I-е начало термодинамики	$Q = A$	$A = -\Delta U$

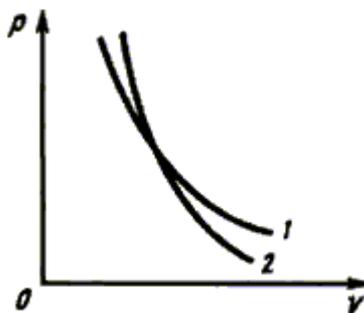


Рис. 1 - Свойства изотермического и адиабатного процессов

В уравнении Пуассона присутствует γ – показатель политропы, который следует брать равным $5/3$, $7/5$ и $4/3$ соответственно для одноатомных, двухатомных и многоатомных газов.

При адиабатном процессе работа совершается только за счет изменения внутренней энергии.

3. Теплоемкость газа.

Количество теплоты, расходуемое на нагревание газа, прямо пропорционально количеству вещества и изменению температуры:

$$Q = c\nu \Delta T.$$

Молярная теплоемкость газа измеряется количеством теплоты, необходимым для нагревания 1 моля газа на 1 К.

$$[c] = \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}.$$

Молярная теплоемкость газа зависит от совершаемого над ним процесса.

1) Изохорический процесс ($V = \text{const}$).

Первое начало термодинамики для этого процесса имеет вид:

$$Q = \Delta U.$$

Используя формулу, полученную выше, выражаем изменение внутренней энергии газа:

$$\Delta U = \nu \frac{i}{2} R \Delta T,$$

вычисляем теплоемкость:

$$c_V = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{\Delta U}{\nu \Delta T} = \frac{\nu \frac{i}{2} R \Delta T}{\nu \Delta T} = \frac{i}{2} R.$$

Таким образом, молярная теплоемкость при постоянном объеме равна:

$$c_V = \frac{i}{2} R$$

2) Изобарический процесс ($p = const$).

Первое начало термодинамики для этого процесса имеет вид:

$$Q = \Delta U + \Delta T.$$

Используя формулы, полученные выше, выражаем изменение внутренней энергии газа:

$$\Delta U = \nu \frac{i}{2} R \Delta T,$$

работу газа:

$$A = \nu R \Delta T,$$

вычисляем теплоемкость:

$$c_p = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{\Delta U + A}{\nu \Delta T} = \frac{\nu \frac{i}{2} R \Delta T + \nu R \Delta T}{\nu \Delta T} = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R.$$

Таким образом, молярная теплоемкость при постоянном давлении равна:

$$c_p = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R$$

Учитывая выражение для молярной теплоемкости при постоянном объеме, можно также записать:

$$c_p = c_V + R.$$

3) Изотермический процесс ($T = const$).

Поскольку температура неизменна, то $\Delta T = 0$, а теплоемкость газа равна бесконечности.

4) Адиабатный процесс ($Q = 0$).

Теплоемкость газа равна нулю.

Показатель политропы γ , входящий в уравнение Пуассона, выражается через молярные теплоемкости газа при постоянном давлении и постоянном объеме:

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

4 Второе начало термодинамики. Тепловые процессы протекают в определенном направлении, т.е. являются необратимыми.

Невозможен процесс, при котором теплота самопроизвольно передается от "холодного" тела к нагретому.

Это утверждение называется *вторым началом термодинамики*, оно определяет направленность процессов, их необратимость.

Контрольные вопросы:

5. Первое начало термодинамики.
6. Адиабатный процесс.
7. Теплоемкость газа.
8. Второе начало термодинамики.