

Группа 14. Физика

Дата: 27.01.2022

Уроки № 77, 78

Тип урока: комбинированный урок

Темы уроков:

Первый закон термодинамики.

Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

Цели урока:

Предметные:

- повторить с учащимися виды теплопередачи, ввести меру изменения внутренней энергии при теплообмене;
- сравнить виды теплопередачи;
- рассмотреть уравнение теплового баланса;
- познакомиться с первым началом термодинамики;
- установить связь между изменениями внутренней энергии, работы и количеством теплоты для изопроцессов.

Развивающая:

- развитие логического мышления, смекалки; формирование интереса к физическому эксперименту;
- активизация творческого мышления учащихся; умение анализировать, делать выводы.

Воспитывающая:

- воспитать интерес к физике для познаваемости мира и объективности наших знаний о нем.

Деятельностная:

- формирование у студентов способностей к самостоятельному построению новых способов действия на основе метода рефлексивной самоорганизации.

Образовательная:

- расширение понятийной базы по учебному предмету за счет включения в нее новых элементов.

Задание:

Ознакомиться с текстом по теме урока. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы.

План конспекта:

- 1) Первый закон термодинамики, неосновные формулировки
- 2) Основная формулировка первого закона термодинамики
- 3) Невозможность создания вечного двигателя
- 4) Изотермическое сжатие

- 5) Изотермическое расширение
- 6) Изобарное нагревание
- 7) Адиабатное сжатие

Первый закон термодинамики

Естественный вопрос, который напрашивается, – это как изменится внутренняя энергия тела (в нашем случае газа) при одновременном выполнении и работы, и теплообмена?

Ответом на этот вопрос и является первый закон термодинамики, который, по сути, является законом сохранения энергии (тепловой) в термодинамических (тепловых) процессах.

Формулировки 1го закона термодинамики:

- 1) **Энергия неуничтожаема и несотворяема; она может только переходить из одной формы в другую в эквивалентных соотношениях.**

Первое начало термодинамики представляет собой постулат – оно не может быть доказано логическим путем или выведено из каких-либо более общих положений. Истинность этого постулата подтверждается тем, что ни одно из его следствий не находится в противоречии с опытом. Приведем еще некоторые формулировки первого начала термодинамики:

- 2) **Полная энергия изолированной системы постоянна;**
- 3) **Невозможен вечный двигатель первого рода (двигатель, совершающий работу без затраты энергии).**

Первое начало термодинамики устанавливает соотношение между теплотой Q , работой A и изменением внутренней энергии системы ΔU :

$$\Delta U = Q - A \quad (I.1)$$

Уравнение (I.1) является математической записью 1-го начала термодинамики для конечного изменения состояния системы.

Основная формулировка первого закона термодинамики:

Изменение внутренней энергии системы равно количеству сообщенной системе теплоты минус количество работы, совершенной системой против внешних сил.

Этой формулировке соответствует формула:

$$\Delta U = Q - A$$

ΔU – Изменение внутренней энергии

Q – Количество теплоты

A – Работа, которую совершает система против внешних сил

Внутренняя энергия является функцией состояния; это означает, что изменение внутренней энергии ΔU не зависит от пути перехода системы из состояния 1 в состояние 2 и равно разности величин внутренней энергии U_2 и U_1 в этих состояниях:

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (1.3)$$

Следует отметить, что определить абсолютное значение внутренней энергии системы невозможно; термодинамику интересует лишь изменение внутренней энергии в ходе какого-либо процесса.

Невозможность создания вечного двигателя.

Из первого закона термодинамики следует невозможность создания вечного двигателя первого рода, т. е. устройства, способного совершать неограниченную работу без затрат топлива или каких-либо других материалов.

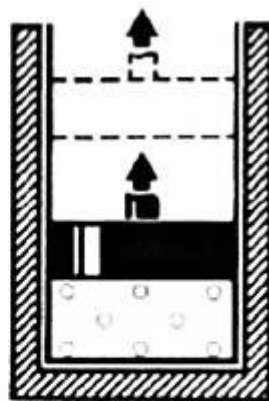
Если к системе не поступает тепло ($Q = 0$), то работа A' может быть совершена только за счёт убыли внутренней энергии: $A' = -\Delta U$. После того как запас энергии окажется исчерпанным, двигатель перестанет работать. Работа и количество теплоты — характеристики процесса изменения внутренней энергии.

В данном состоянии система всегда обладает определённой внутренней энергией.



Передаваемое
тепло

Рис. 13.7



Теплоизолирующая
оболочка

Рис. 13.8

Но нельзя говорить, что в системе содержится определённое количество теплоты или работы. Как работа, так и количество теплоты являются величинами, характеризующими изменение внутренней энергии системы в результате того или иного процесса.

Внутренняя энергия системы может измениться на одно и то же значение как за счёт совершения системой работы, так и за счёт передачи окружающим телам какого-либо количества теплоты.

Например, нагретый газ в цилиндре может уменьшить свою энергию остывая, без совершения работы (рис. 13.7). Но он может потерять точно такое же количество энергии, поднимая поршень, без отдачи теплоты окружающим телам. Для этого стенки цилиндра и поршень должны быть теплонепроницаемыми (рис. 13.8).

Применение первого закона термодинамики к изопроцессам

Выведем формулы первого закона термодинамики для различных процессов.

1) Изотермическое сжатие

Для вывода 1 закона термодинамики воспользуемся графическим истолкованием работы для процесса (рис.3)

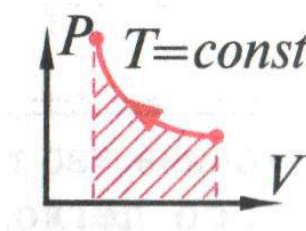


рис.3

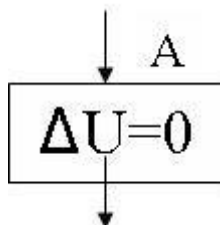


рис.4

Для изотермического процесса $T = \text{const}$, $\Delta T = 0$, а значит $\Delta U = \frac{3}{2} \nu RT = 0$ (внутренняя энергия не изменяется). Над газом совершается работа $A > 0$, а тепло выделяется $Q < 0$.

Первый закон термодинамики $\Delta U = A + Q$ выглядит так:

$$0 = -Q + A$$

Над газом совершается работа, при этом газ выделяет тепло во внешнюю среду (внутренняя энергия не изменяется)

А блок –схема 1 закона для изотермического сжатия приведена на рис. 4

2) Изотермическое расширение

Для вывода 1 закона термодинамики воспользуемся графическим истолкованием работы для процесса (рис.6)

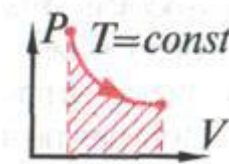


рис.6

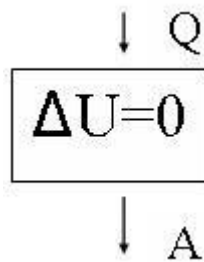


рис.7

Для изотермического процесса $T = \text{const}$, $\Delta T = 0$, а значит $\Delta U = 0$ (внутренняя энергия не изменяется). Газ совершает работу $A < 0$, а тепло поглощается ($Q > 0$).

Первый закон термодинамики выглядит так:

$$Q = A$$

Газ совершает работу за счет поглощения тепла из внешней среды (внутренняя энергия не изменяется)

Блок - схема первый закона термодинамики для изотермического сжатия представлена на рис. 7

3) Изобарное нагревание.

Воспользуемся интерактивной моделью и (пронаблюдаем изобарное нагревание) (рис. 8) и графическим представлением работы (рис. 9)



рис.8

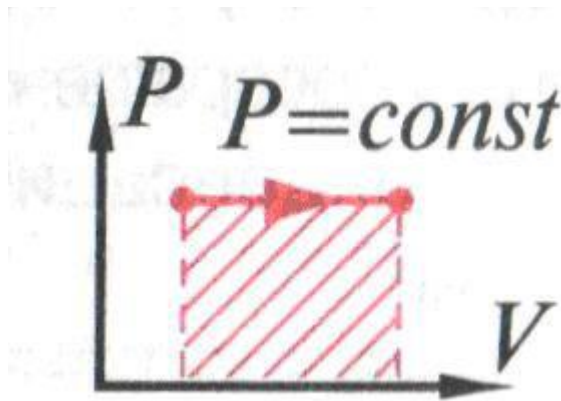


рис.9

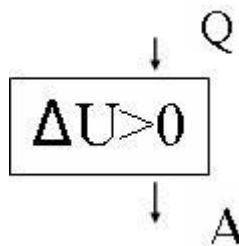


рис.10

При изобарном нагревании температура увеличивается ($\Delta T > 0$), внутренняя энергия увеличивается ($\Delta U > 0$), газ совершает работу, тепло поглощается.

Первый закон термодинамики выглядит так:

$$Q = \Delta U - A$$

Газ получает тепло из внешней среды. Полученная таким образом энергия тратится на увеличение внешней энергии и на совершение работы.

В итоге блок - схема первого закон термодинамики выглядит как на рис.10

Изохорное охлаждение

Изохорное охлаждение наблюдаем на интерактивной модели (рис17) и графиком на рис 18. Вывод:



рис. 17

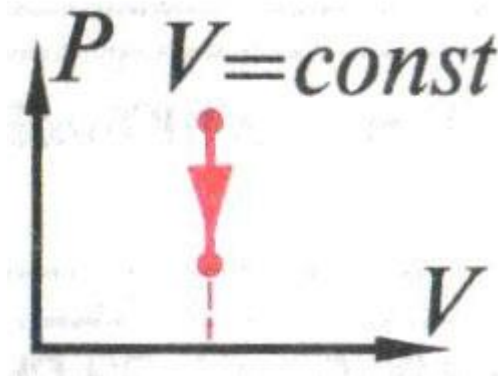


рис. 18

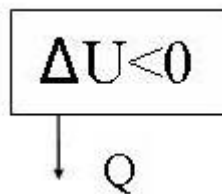


рис. 19

При изохорном охлаждении ($\Delta T < 0$), внутренняя энергия уменьшается ($\Delta U < 0$), работа $A = p\Delta V$ равна нулю, т.к. $\Delta V = 0$, а тепло выделяется ($Q < 0$).

Первый закон термодинамики выглядит так:

$$-\Delta U = -Q$$

Газ выделяет тепло во внешнюю среду; при этом его внутренняя энергия уменьшается.

4) Адиабатное сжатие

Адиабатным -

называется процесс изменения объема и давления газа при отсутствии теплообмена с окружающими телами.

- Примеры адиабатных процессов:
- сжатие воздуха в воздушном огнive;
- сжатие воздуха в дизеле;

Пронаблюдаем процесс адиабатное сжатие и построение адиабаты на интерактивной модели процесса. (рис. 20 и рис.21)

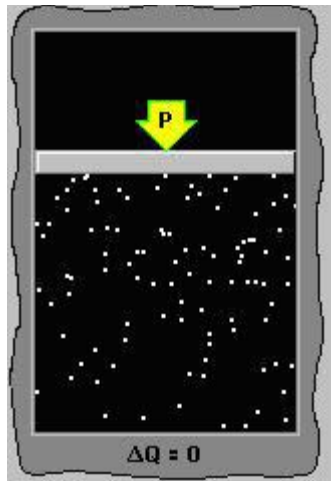


рис. 20

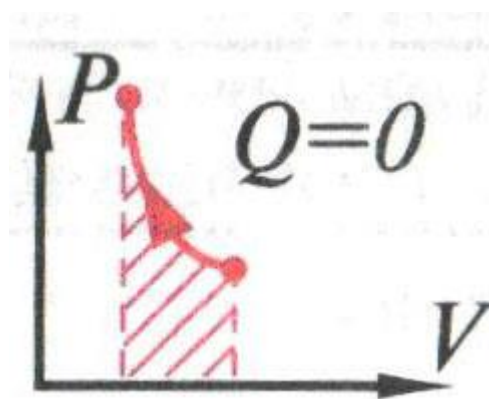


рис. 21

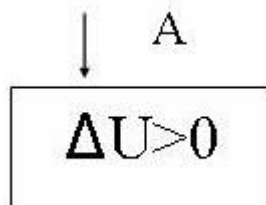


рис. 22

При адиабатном сжатии температура увеличивается ($\Delta T > 0$), внутренняя энергия увеличивается ($\Delta U > 0$), над газом совершается работа $A > 0$, а количество теплоты равно нулю.

Первый закон термодинамики выглядит так:

$$\Delta U = A$$

Над газом совершается работа, при этом внутренняя энергия газа увеличивается.

Контрольные вопросы:

- 1) В каком случае изменение внутренней энергии отрицательно?
 - 2) Под действием чего может изменяться внутренняя энергия системы?
 - 3) Почему нельзя создать вечный двигатель?
 - 4) Что такое изотермический процесс
 - 5) Что такое изобарный процесс
 - 6) Что такое изохорный процесс?
-

Литература:

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. §78 упр. 1-3; §79 упр. 1-2