

**Тема: Основы термодинамики**  
**Урок: Внутренняя энергия и работа в термодинамике.**

**Цель урока:** повторить понятие внутренней энергии и способы ее изменения, вывести формулу для определения внутренней энергии идеального газа, сформировать понятие работы в тепловых процессах, организовать деятельность учащихся по ознакомлению и первичному закреплению учебного материала.

**Задачи:**

*Образовательная* – систематизировать и обобщить знания, полученные учащимися в 8 классе при изучении темы «Тепловые явления»; вывести формулу работы при расширении или сжатии идеального газа, дать понятие геометрического и физического смысла работы, уметь находить работу, совершенную газом и над газом; применять полученные знания при решении задач.

*Развивающая* – развитие интеллектуальных умений и навыков: выделение главного, анализ, умение делать выводы, конкретизация; развитие творческое мышление.

*Воспитывающая* – повысить интерес учащихся к изучению физики; воспитывать у учащихся умение слушать товарищей, формировать и защищать свою точку зрения; воспитывать умение рационального использования своего времени.

*Тип урока:* комбинированный.

*Оборудование и оснащение урока:* компьютер, презентация.

*Учебный материал:* (наглядные пособия, раздаточный материал, тесты).

**Ход урока:**

**1) Термодинамика, внутренняя энергия**

Как следует из названия урока, мы с вами приступаем к изучению нового раздела физики – основы термодинамики, это тоже метод изучения тепловых процессов (слайд 1).

- Приведите примеры тепловых процессов.

- Что же такое термодинамика? Как вы понимаете – термо... динамичный?

Термодинамика – теория тепловых процессов, в которой не учитывается молекулярное строение тел (слайд 2).

Первой из основных величин термодинамики является внутренняя энергия. Эта энергия имеет непосредственное отношение к уже знакомым нам механическим энергиям – потенциальной и кинетической.

- Давайте дадим определение внутренней энергии (слайд 3).

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

- **Обозначение:**

$$U = E_k + E_p$$

- **Единицы измерения:**

[Дж]

Термодинамика - это наука, которая рассматривает возможность использования внутренней энергии для совершения механической работы.

- Какой газ обладает большей внутренней энергией – идеальный или реальный?

Действительно внутренняя энергия реальных газов (тел) зависит и от температуры от объема. Для упрощения вычисления этой величины в термодинамике также пользуются моделью идеального газа. Напомним, что в рамках этой модели атомы и молекулы газов взаимодействуют между собой только при соударениях. Поэтому потенциальной энергией молекул можно пренебречь. Покажем, как же вычислить внутреннюю энергию идеального газа:

Теперь, зная что:

$$N = \nu \cdot N_A = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

Получаем:

$$U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot N_A \cdot k \cdot T$$

Или, учитывая:

$$N_A \cdot k = R$$

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

Как видно, внутренняя энергия, как и кинетическая, для идеальных газов зависит только от температуры. Вышеуказанная формула справедлива только для одноатомных газов, то есть таких, в которых каждая частица представляет собой атом (слайд 4, 5). Если вспомнить уравнение Менделеева – Клапейрона, то можно сделать замену

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.

Однако, эта формула нуждается в некотором дополнении. Дело в том, что внутренняя энергия зависит от количества степеней свободы. Для молекулярного газа, каждая частица которого представляет собой несколько связанных атомов, внутренняя энергия несколько больше, так как добавляется кинетическая энергия не только поступательных, но и вращательных и колебательных движений:

$$U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Здесь:  $i$  - количество степеней свободы. Для одноатомного газа  $i = 3$ , для двухатомного  $i = 5$  (слайд 7).

Для реальных газов формула несправедлива, так как, их внутренняя энергия зависит ещё и от объёма, занимаемого газом.

- Как вы считаете, существует ли прибор для измерения внутренней энергии?
- А можно ли изменить внутреннюю энергию тела?
- Можно ли изменить внутреннюю энергию ваших ладошек?

Как уже говорилось в младших классах, существует два способа изменения внутренней энергии: совершение работы над телом или самим телом и теплопередача (слайд 8).

Предлагается работа в парах (вспомнить материал 8 кл) – заполнить таблицу (приложение 1).

После чего идет обсуждение и повторение.

Та энергия, которую тело отдает или получает в результате теплообмена, называют количеством теплоты. Обозначается  $Q$ , измеряется в джоулях, как и работа.

**2) Теплопередача** может осуществляться тремя способами:

- теплопроводностью

- конвекцией
- излучением.

Теплопроводность – это вид теплообмена, при котором происходит непосредственная передача энергии, от частиц более нагретой части тела к частицам менее нагретой части тела (слайд 9, 10). Обратите внимание как написано слово Теплопроводность.

- Как вы думаете почему?

Вывод: наибольшей теплопроводностью обладают твердые тела, а именно металлы, особенно серебро и медь. У жидкостей теплопроводность невелика, а у газов она еще меньше, так как молекулы их находятся далеко друг от друга и передача энергии от одной частицы к другой затруднена.

- Верно ли выражение «шуба греет»?

Конвекция – это теплообмен в жидкостях и газообразных средах, осуществляемых потоками вещества. Вывод: жидкости и газы следует нагревать снизу, так как передача тепла происходит потоками вещества, которые перемещаются снизу вверх (слайд 11, 12).

Конвекция в пословицах : « Снег одеяло для пшеницы» (китайс), « 3 года на камне просидишь и камень нагреется» (япон).

Лучистый теплообмен(излучение) – это теплообмен, при котором энергия переносится различными лучами. Это могут быть солнечные лучи, а так же лучи, испускаемые нагретыми телами, находящимися вокруг нас (слайд 13, 14). « Сильная тяга в печи зимой - на мороз, слабая на сырую погоду» (русск), «Ветер из щели особенно холоден».

Предлагается самостоятельная работа по вариантам на виды теплопередачи, с последующей взаимопроверкой ( приложение 2). Ключ к оцениванию: «5» - 9+, «4» - 7+, «3» - 5+.

**3) Работа идеального газа.** Для проведения аналогии с механической работой достаточно представить себе ситуацию газа в цилиндре под подвижным поршнем, который расширяется (рис. 1):

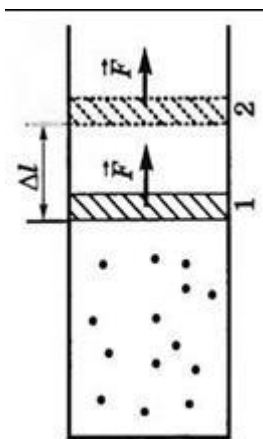


Рис. 1. Газ под подвижным поршнем

Обозначение – А; Единицы измерения – Дж;

$$A = P \cdot \Delta V$$

Здесь: p - давление газа, ;  $V_2 - V_1$  - изменение объема порции газа( слайд 15)

Тогда сила, действующая со стороны газа на поршень, сонаправлена с перемещением поршня, и работа газа имеет положительное значение.

$$A_r > 0$$

Если же, наоборот, сторонняя сила сжимает газ, вдавливая поршень, то сила противодействия газа направлена в другую сторону, нежели перемещение поршня, и газ выполняет отрицательную работу, или же говорят, что над газом выполнили работу.

$$A_{\text{стор}} = -A_r$$

Рассмотрим теперь, как можно определять работу газа из графиков газовых процессов (слайд 16).

Дело в том, что работа газа численно равна площади фигуры под графиком процесса в координатах P-V. На приведенных ниже графиках изобарного и изотермического расширения можно наглядно наблюдать этот метод измерения работы (рис. 2):

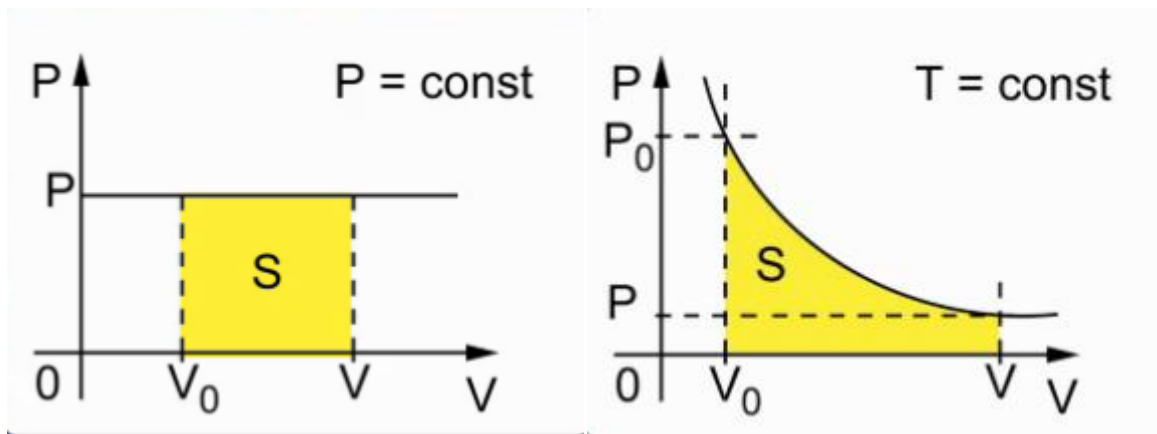


Рис. 2

Однако следует помнить, что таким способом можно определить лишь модуль этой работы.

Определять знак работы следует, основываясь на таком принципе: если в результате процесса объём газа уменьшается, значит, над ним совершили положительную работу внешние силы, а работа самого газа отрицательна.

Для закрепления пройденного материала, учащимся предлагается в парах решить задачи (приложение 3).

Приложение 1.

Вид теплопередачи	Механизм протекания	В каких средах	Определение	Примеры
Теплопроводность				
Конвекция				
Излучение				

Приложение 2.

Самостоятельная работа по теме «Виды теплопередачи».

1-вариант.

№ 1. На каком из способов теплопередачи основано нагревание твердых тел?

*А. Теплопроводность. Б. Конвекция. В. Излучение.*

№ 2. Какой вид теплопередачи сопровождается переносом вещества?

*А. Теплопроводность. Б. Конвекция. В. Излучение.*

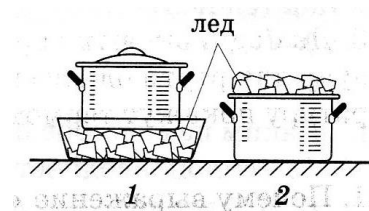
№ 3. Какое из перечисленных ниже веществ имеет наибольшую теплопроводность?

*А. Мех. Б. Дерево. В. Сталь.*

№ 4. Какое из перечисленных ниже веществ имеет наименьшую теплопроводность?

*А. Опилки. Б. Свинец. В. Медь.*

№ 5. В какой кастрюле находящаяся в ней жидкость охладится быстрее?



*А. 1.*

*Б. 2.*

*В. Жидкость охладится быстрее, если положить*

*лед сбоку.*

№ 6. Назовите возможный способ теплопередачи между телами, разделенными безвоздушным пространством.

*А. Теплопроводность. Б. Конвекция. В. Излучение.*

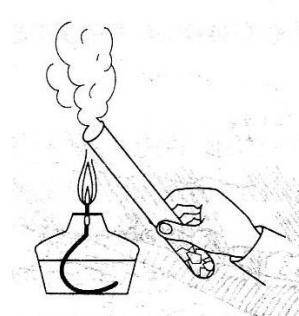
№ 7. Металлическая ручка будет казаться на ощупь холоднее деревянной двери при температуре ...

*А. выше температуры тела. Б. ниже температуры тела. В. равной температуре тела.*

№ 8. Что происходит с температурой тела, если оно больше поглощает энергии, чем излучает?

*А. Тело нагревается. Б. Тело охлаждается. В. Температура тела не меняется.*

№ 9 Верхнюю часть пробирки со льдом поместили в пламя. Расплавится ли лед в нижней части



пробирки?

*А. Расплавится.*

*Б. Не расплавится*

**Самостоятельная работа по теме «Виды теплопередачи».**

**II-вариант.**

№ 1. Каким из способов происходит теплопередача в жидкостях?

*А. Теплопроводность. Б. Конвекция. В. Излучение.*

№ 2. Какие виды теплопередачи не сопровождаются переносом вещества?

*А. Конвекция и теплопроводность. Б. Излучение и конвекция. В. Теплопроводность и излучение.*

№ 3. Какое из перечисленных ниже веществ обладает наименьшей теплопроводностью?

*А. Воздух. Б. Чугун. В. Алюминий.*

№ 4. Какое из перечисленных ниже веществ обладает хорошей теплопроводностью?

*А. Солома. Б. Вата. В. Железо.*

№ 5. В каком чайнике кипяток остынет быстрее?



*А. 1.*

*Б. 2.*

№ 6. В каких случаях теплопередача может происходить путем конвекции?

*А. В песке. Б. В воздухе. В. В камне.*

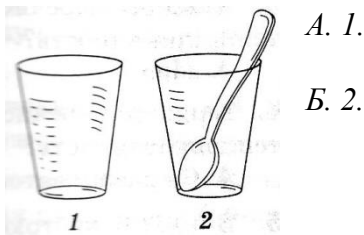
№ 7. Металлическая ручка и деревянная дверь будут казаться на ощупь одинаково нагретыми при температуре ...

*А. выше температуры тела. Б. ниже температуры тела. В. равной температуре тела.*

№ 8. Что происходит с температурой тела, если оно поглощает столько же энергии, сколько излучает?

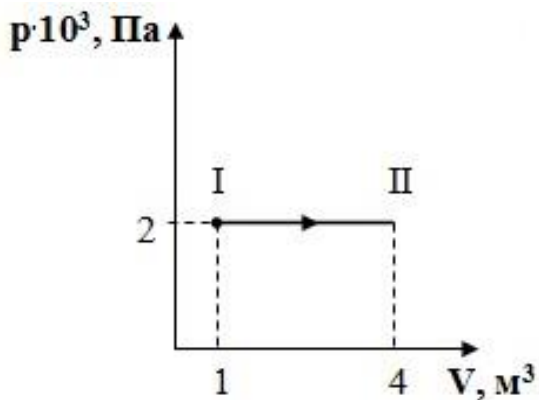
*А. Тело нагревается. Б. Тело охлаждается. В. Температура тела не меняется.*

№ 9. Какой из стаканов при наливании кипятка с большей вероятностью останется цел?



Приложение 3.

1) Чему равна работа, совершенная газом при переходе его из состояния I в состояние II?



- 2) Водород и гелий равной массы, взятые при одинаковых давлениях, нагревают на 20 К. Одинаковая ли работа совершается при этом?
- 3) Какую работу совершил водород массой 2 кг при изобарном нагревании на 10 К?
- 4) Чему равна внутренняя энергия 5 моль одноатомного идеального газа при температуре 27 °С?