

Тема урока: «Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Теплоемкость.»

1. Повторение материала 8 класса по теме

«Внутренняя энергия и способы ее изменения»

Суммарную энергию движения и взаимодействия всех частиц, из которых состоит тело, называют **внутренней энергией тела**.

Способы изменения внутренней энергии.

ВЫВОД: внутреннюю энергию тела можно изменить, совершая над телом работу.

Если работу совершаем мы над телом, то внутренняя энергия увеличивается, а если работу совершает само тело, то внутренняя энергия уменьшается.

ВЫВОД: внутреннюю энергию можно изменить путем совершения над ним работы.

Можно изменить внутреннюю энергию не совершая над ним работы.

ВЫВОД: внутреннюю энергию тела можно изменить путем теплопередачи.

Та энергия, которую тело отдает или получает в результате теплообмена, называют количеством теплоты.

Обозначается Q , измеряется в джоулях как и работа.

Теплопередача может осуществляться тремя способами:

- теплопроводностью
- конвекцией
- излучением.

А) Теплопроводность

Теплопроводность – это вид теплообмена, при котором происходит непосредственная передача энергии, от частиц более нагретой части тела к частицам менее нагретой части тела.

Вывод: наибольшей теплопроводностью обладают 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.

Б) Конвекция

Конвекция – это теплообмен в жидкостях и газообразных средах, осуществляемых потоками вещества.

Вывод: жидкости и газы следует нагревать снизу, так как передача тепла происходит снизу вверх.

В) Лучистый теплообмен

Лучистый теплообмен – это теплообмен, при котором энергия переносится различными лучами. Это могут быть солнечные лучи, а так же лучи, испускаемые нагретыми телами, находящимися вокруг нас.

2. Конспект нового материала

-Внутренняя энергия

Любое тело (газ, жидкость или твердое) обладает энергией, даже если **кинетическая** и **потенциальные энергии** самого тела нулевые. То есть тело не имеет скорости и находится на Земле. Эта энергия называется внутренней, обусловлена она движением и взаимодействием частиц, из которых состоит тело.

Внутренняя энергия состоит из кинетической и потенциальной энергии частиц поступательного и колебательного движений, из энергии электронных оболочек атомов, из внутриядерной энергии и энергии электромагнитного излучения.

U – внутренняя энергия системы

i – число

$$\begin{cases} i = 3 \text{ если газ одноатомный} \\ i = 5 \text{ если газ двухатомный} \\ i = 6 \text{ если газ трёх- и более атомный} \end{cases}$$

m – масса вещества

M – молярная масса вещества

R – молярная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

T – температура

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

$$[U] = 1 \text{ Дж} \quad [m] = 1 \text{ кг} \quad [M] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \quad [T] = 1 \text{ К}$$

$[i]$ – безразмерная

Внутренняя энергия зависит от температуры. Если изменяется температура, значит, изменяется внутренняя энергия.

-Количество теплоты

Это **энергия**, которую получает или отдает система в процессе теплообмена. Обозначается символом Q , измеряется, как любая энергия, в Джоулях.

В результате различных процессов теплообмена энергия, которая передается, определяется по-своему.

Нагревание и охлаждение

Этот процесс характеризуется изменением **температуры** системы. Количество теплоты определяется по формуле

Q – количество теплоты

c – удельная теплоемкость вещества

m – масса вещества

ΔT ($T_2 - T_1$) – изменение температуры

$$[Q] = 1 \text{ Дж} \quad [c] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \quad [m] = 1 \text{ кг} \quad [T] = 1 \text{ К}$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

Удельная теплоемкость вещества c измеряется количеством теплоты, которое необходимо для нагревания *единицы массы* данного вещества на 1К. Для нагревания 1кг стекла или 1кг воды требуется различное количество энергии. Удельная теплоемкость - известная, уже вычисленная для всех веществ величина, **значение смотреть** в физических таблицах.

Теплоемкость вещества C - это количество теплоты, которое необходимо для нагревания тела без учета его массы на 1К.

C – теплоемкость вещества

c – удельная теплоемкость вещества

m – масса вещества

$$\boxed{C = cm} \quad [C] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \quad [c] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \quad [m] = 1 \text{кг}$$

Плавление и кристаллизация

Плавление - переход вещества из твердого состояния в жидкое. Обратный переход называется кристаллизацией.

Энергия, которая тратится на разрушение кристаллической решетки вещества, определяется по формуле

Q – количество теплоты

λ – удельная теплота плавления

m – масса вещества

$$\boxed{Q = \lambda m} \quad [Q] = 1 \text{Дж} \quad [\lambda] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \quad [m] = 1 \text{кг}$$

Удельная теплота плавления известная для каждого вещества величина, [значение смотреть](#) в физических таблицах.

Парообразование (испарение или кипение) и конденсация

Парообразование - это переход вещества из жидкого (твердого) состояния в газообразное. Обратный процесс называется конденсацией.

Q – количество теплоты

r – удельная теплота парообразования

m – масса вещества

$$\boxed{Q = rm} \quad [Q] = 1 \text{Дж} \quad [r] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \quad [m] = 1 \text{кг}$$

Удельная теплота парообразования известная для каждого вещества величина, [значение смотреть](#) в физических таблицах.

Горение

Количество теплоты, которое выделяется при сгорании вещества

Q – количество теплоты

q – удельная теплота сгорания

m – масса вещества

$$\boxed{Q = qm} \quad [Q] = 1 \text{Дж} \quad [q] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \quad [m] = 1 \text{кг}$$

Удельная теплота сгорания известная для каждого вещества величина, [значение смотреть](#) в физических таблицах.

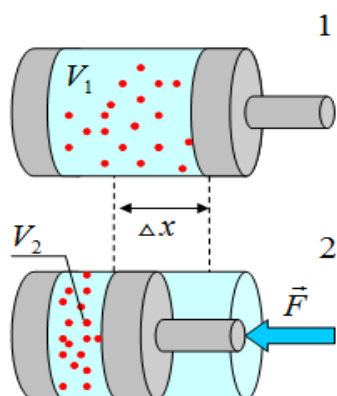
Для замкнутой и адиабатически изолированной системы тел выполняется уравнение теплового баланса. Алгебраическая сумма количеств теплоты, отданных и полученных всеми телами, участвующим в теплообмене, равна нулю:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$$

-Работа

В термодинамике **работа** - это взаимодействие системы с внешними объектами, в результате чего изменяются **параметры системы**

Рассмотрим цилиндр с **идеальным газом**, который находится под подвижным поршнем. Пусть внешняя сила, действующая на поршень, перемещает его из состояния 1 в состояние 2



Работа силы равна $A = \vec{F} \cdot \Delta x$. Со стороны газа на поршень действуют сила, равная произведению **давлению газа** на поршень и площади сечения поршня $\vec{F} = pS$. Подставив вторую формулу в первую, получим $A = pS\Delta x = p\Delta V$.

A - термодинамическая работа внешних сил

p - давление системы

$\Delta V = V_2 - V_1$ - изменение объема системы

$[A] = 1 \text{ Дж}$

$[p] = 1 \text{ Па}$

$[V] = 1 \text{ м}^3$

$$A = -p(V_2 - V_1)$$

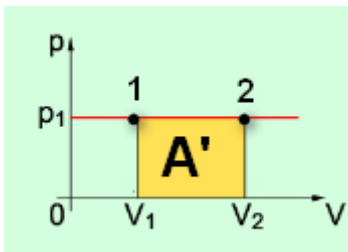
Знак "-" в формуле означает, что при уменьшении объема (как в нашем примере, $V_2 < V_1$, $V_2 - V_1 < 0$) работа внешних сил положительная. И наоборот, когда газ расширяется, работа внешней силы, удерживающей поршень, отрицательная.

Графическое определение работы

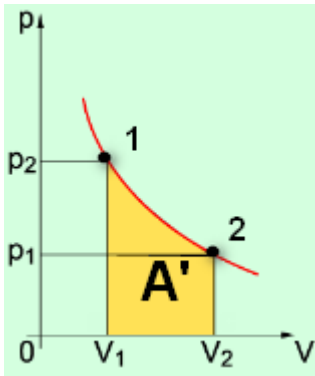
Строим график процесса $p(V)$. Определяем на графике точки, которые соответствуют состоянию системы в 1 и 2 состояниях. **Площадь фигуры** под графиком - есть термодинамическая работа самой системы. Внешняя работа над системой равна работе системы, но с противоположным

$$A' = -A$$

знаком



Работа термодинамической системы при **изобарном** процессе

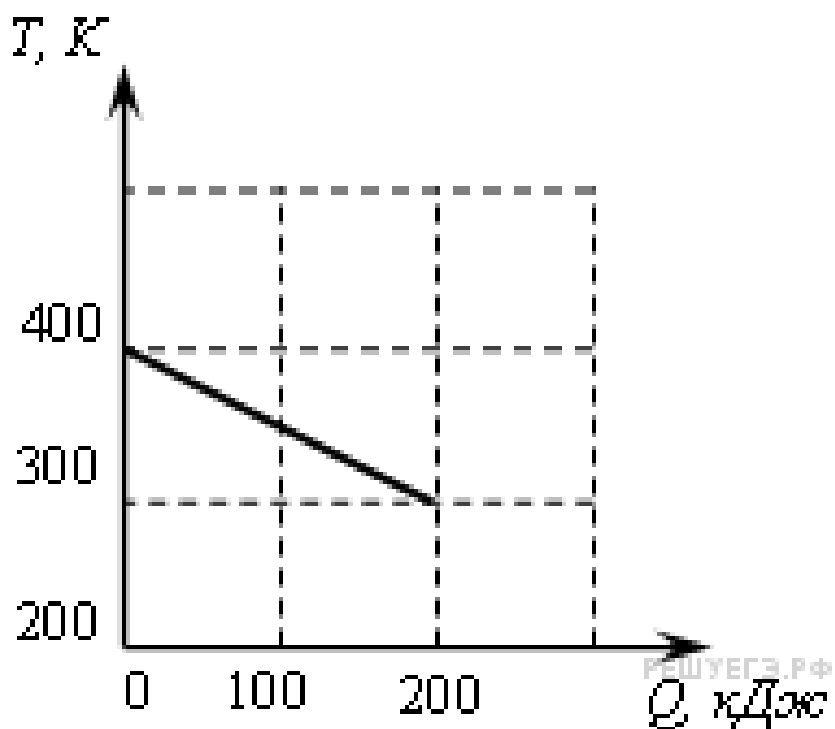


Работа термодинамической системы при **изотермическом** процессе

При **изохорном** процессе объем не изменяется, работа равна нулю $A=0$.

3. Закрепление

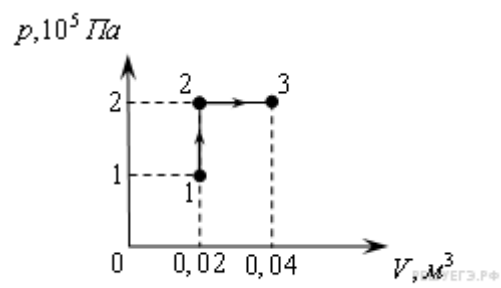
№1. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от от-
данного им количества теплоты.



Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?

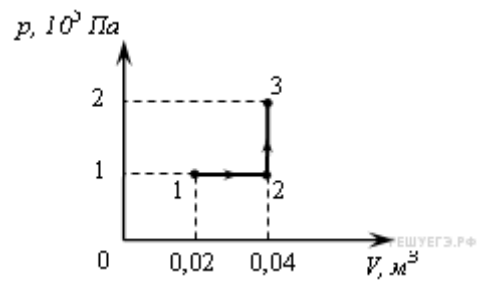
- 1) 0,125 Дж/кг · К
- 2) 0,25 Дж/кг · К
- 3) 500 Дж/кг · К
- 4) 4000 Дж/кг · К

№2. При переходе из состояния 1 в состояние 3 газ совершает работу



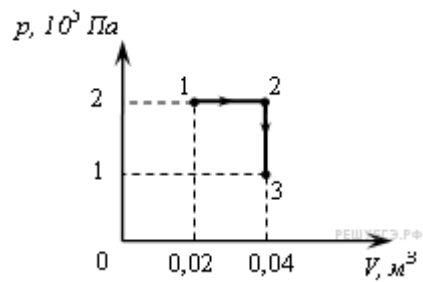
- 1) 2 кДж
- 2) 4 кДж
- 3) 6 кДж
- 4) 8 кДж

№3. При переходе из состояния 1 в состояние 3 газ совершает работу



- 1) 2 кДж
- 2) 4 кДж
- 3) 6 кДж
- 4) 8 кДж

№4. При переходе из состояния 1 в состояние 3 газ совершает работу



- 1) 2 кДж
- 2) 4 кДж
- 3) 6 кДж
- 4) 8 кДж

4. Домашнее задание §72-74, упр. №4
5. Подведение итогов урока