

Преподаватель Семенова Ольга Леонидовна

Физика

Группа ХКМ 1/1

06.12.2022

### **Внутренняя энергия. Работа в термодинамике.**

1. **Образовательная:** сформировать у студентов представление о внутренней энергии тела и способах ее изменения.

2. **Воспитательная:** воспитать логическое мышление, внимание.

3. **Развивающая:** развитие коммуникативных качеств, критического мышления, познавательной активности студентов.

**Формируемые общие и профессиональные компетенции:** Материал лекции на тему: «Внутренняя энергия. Работа в термодинамике» формирует такие общие компетенции:

– ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

– ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

– ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

– ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

– ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

– ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

– ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

– ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

– ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

**Интеграционные связи:** тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

#### **Список литературы по теме:**

1. Лабковский В.Б. 220 задач по физике с решениями: книга для учащихся 10-11 кл. общеобразовательных учреждений. М., 2006.

2. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 17 изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2008. – 366 с.
3. Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

**Вопросы лекции:**

- 1) **Внутренняя энергия тела.**
- 2) **Способы изменения внутренней энергии тела.**
- 3) **Работа в термодинамике.**

Наука о тепловых явлениях называется **термодинамикой**. Термодинамика исходит из наиболее общих закономерностей тепловых процессов и свойств макроскопических систем.

При изучении основ термодинамики необходимо помнить следующие определения. Физическая система, состоящая из большого числа частиц — атомов или молекул, которые совершают тепловое движение и, взаимодействуя между собой, обмениваются энергиями, называется **термодинамической системой**.

Состояние термодинамической системы определяется **макроскопическими параметрами**, например удельным объемом, давлением, температурой.

Термодинамика рассматривает изолированные системы тел, находящиеся в состоянии термодинамического равновесия. Это означает, что в таких системах прекратились все наблюдаемые макроскопические процессы. Важным свойством термодинамически равновесной системы является выравнивание температуры всех ее частей.

Термодинамика рассматривает только **равновесные состояния**, т.е. состояния, в которых параметры термодинамической системы не меняются со временем.

Если термодинамическая система была подвержена внешнему воздействию, то в конечном итоге она перейдет в другое равновесное состояние. Такой переход называется термодинамическим процессом.

**Термодинамическим процессом** называется переход системы из начального состояния в конечное через последовательность промежуточных состояний.

Процессы бывают обратимыми и необратимыми.

**Обратимым** называется такой процесс, при котором возможен обратный переход системы из конечного состояния в начальное через те же промежуточные состояния, чтобы в окружающих телах не произошло никаких изменений. Обратимый процесс является физической абстракцией. Примером процесса, приближающегося к обратимому, является колебание

тяжелого маятника на длинном подвесе. В этом случае кинетическая энергия практически полностью превращается в потенциальную, и наоборот. Колебания происходят долго без заметного уменьшения амплитуды ввиду малости сопротивления среды и сил трения.

Любой процесс, сопровождаемый трением или теплопередачей от нагретого тела к холодному, является **необратимым**. Примером необратимого процесса является расширение газа, даже идеального, в пустоту. Расширяясь, газ не преодолевает сопротивления среды, не совершает работы, но, для того чтобы вновь собрать все молекулы газа в прежний объем, т. е. привести газ в начальное состояние, необходимо затратить работу. Таким образом, все реальные процессы являются необратимыми.

### **Изменение внутренней энергии газа в процессе теплообмена и совершаемой работы.**

Одним из важнейших понятий термодинамики является **внутренняя энергия** тела. Все макроскопические тела обладают энергией, заключенной внутри самих тел. С точки зрения молекулярно-кинетической теории **внутренняя энергия вещества складывается из кинетической энергии всех атомов и молекул и потенциальной энергии их взаимодействия друг с другом.**

**Внутренняя энергия** – это сумма энергий молекулярных взаимодействий и энергии теплового движения молекул.

В частности, внутренняя энергия идеального газа равна сумме кинетических энергий всех частиц газа, находящихся в непрерывном и беспорядочном тепловом движении. **Внутренняя энергия идеального газа зависит только от его температуры и не зависит от объема (закон Джоуля).**

Молекулярно-кинетическая теория приводит к следующему выражению для **внутренней энергии одного моля идеального одноатомного газа** (гелий, неон и др.), молекулы которого совершают только поступательное движение:

Поскольку потенциальная энергия взаимодействия молекул зависит от

расстояния между ними, в общем случае внутренняя энергия

$$U = \frac{3}{2} N_A kT = \frac{3}{2} RT$$

U тела зависит наряду с температурой T также и от объема V:




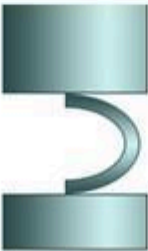
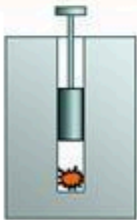
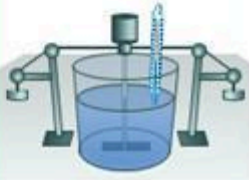
$$U = U(T, V).$$

Таким образом, внутренняя энергия системы зависит только от её состояния и является однозначной функцией состояния, **внутренняя энергия U тела однозначно определяется макроскопическими параметрами,**

характеризующими состояние тела. Она не зависит от того, каким путем было реализовано данное состояние.

**Внутреннюю энергию тела можно изменить разными способами:**

1. Совершение механической работы.
2. Теплообмен.

Теплопередача		
Теплопроводность	Конвекция	Излучение
		
Механическая работа (деформация)		
Изменение формы: сгибание подковы	Изменение объема: вспыхивание ваты при сжатии воздуха	Трение: опыт Джоуля
		

**Внутренняя энергия тела может изменяться, если действующие на него внешние силы совершают работу (положительную или отрицательную).**

Например, газ подвергается сжатию в цилиндре под поршнем площадью  $S$ . Поршень, сжимая газ, движется с некоторой скоростью  $v$ . Молекулы газа, беспорядочно двигаясь, ударяются о поршень. После упругого удара молекулы о поршень скорость молекулы возрастает, а значит возрастает и её кинетическая энергия, что приводит к увеличению внутренней энергии газа.

**При сжатии газа его внутренняя энергия увеличивается за счет совершения поршнем механической работы. При расширении газа его внутренняя энергия уменьшается, превращаясь в механическую энергию поршня.**

При сжатии газа внешние силы совершают над газом некоторую положительную работу  $A'$ .

В то же время силы давления, действующие со стороны газа на поршень, совершают работу

$$A = -A'$$

Если объем газа изменился на малую величину  $\Delta V$ , то газ совершает работу  $pS\Delta x = p\Delta V$ , где  $p$  – давление газа,  $S$  – площадь поршня,  $\Delta x$  – его перемещение.

**При расширении работа, совершаемая газом, положительна, при сжатии – отрицательна.**

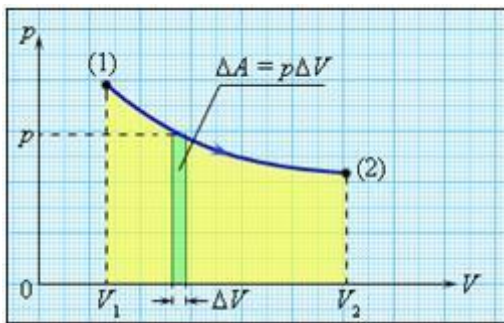
В общем случае при переходе из некоторого начального состояния (1) в конечное состояние (2) **работа газа** выражается формулой:

$$A = \sum p_i \Delta V_i$$

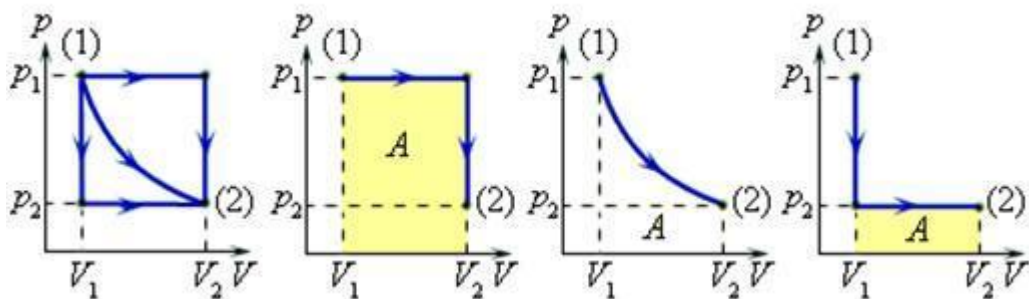
$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

или в пределе при  $\Delta V_i \rightarrow 0$ :

**Работа численно равна площади под графиком процесса на диаграмме (p, V):**



Величина работы зависит от того, каким путем совершался переход из начального состояния в конечное. На рис. 2 изображены три различных процесса, переводящих газ из состояния (1) в состояние (2). Во всех трех случаях газ совершает различную работу.



**Рисунок 2.**

Три различных пути перехода из состояния (1) в состояние (2). Во всех трех случаях газ совершает разную работу, равную площади под графиком процесса.

Процессы, изображенные на рис. 2, можно провести и в обратном направлении; тогда работа  $A$  просто изменит знак на противоположный.

Процессы которые можно проводить в обоих направлениях, называются **обратимыми**.

В отличие от газа, жидкости и твердые тела мало изменяют свой объем, так что во многих случаях работой, совершаемой при расширении или сжатии, можно пренебречь. Однако, внутренняя энергия жидких и твердых тел также может изменяться в результате совершения работы. При механической обработке деталей (например, при сверлении) они нагреваются. Это означает, что изменяется их внутренняя энергия.

Внутренняя энергия тела может изменяться не только в результате совершаемой работы, но и вследствие **теплообмена**.

При тепловом контакте тел внутренняя энергия одного из них может увеличиваться, а внутренняя энергия другого – уменьшаться. В этом случае говорят о тепловом потоке от одного тела к другому. Передача энергии от одного тела другому в форме тепла может происходить только при наличии разности температур между ними.

Приведем в соприкосновение два тела с разными температурами. Пусть температура первого тела выше, чем второго. В результате обмена энергиями температура первого тела уменьшается, а второго — увеличивается. В рассматриваемом примере кинетическая энергия хаотического движения молекул первого тела переходит в кинетическую энергию хаотического движения молекул второго тела.

### **Домашнее задание**

**Ответить на вопросы:**

- 1) Что такое внутренняя энергия тела?**
- 2) Укажите способы изменения внутренней энергии тела.**

**Ответы присылать на электронную почту: [teacher-m2022@yandex.ru](mailto:teacher-m2022@yandex.ru)**