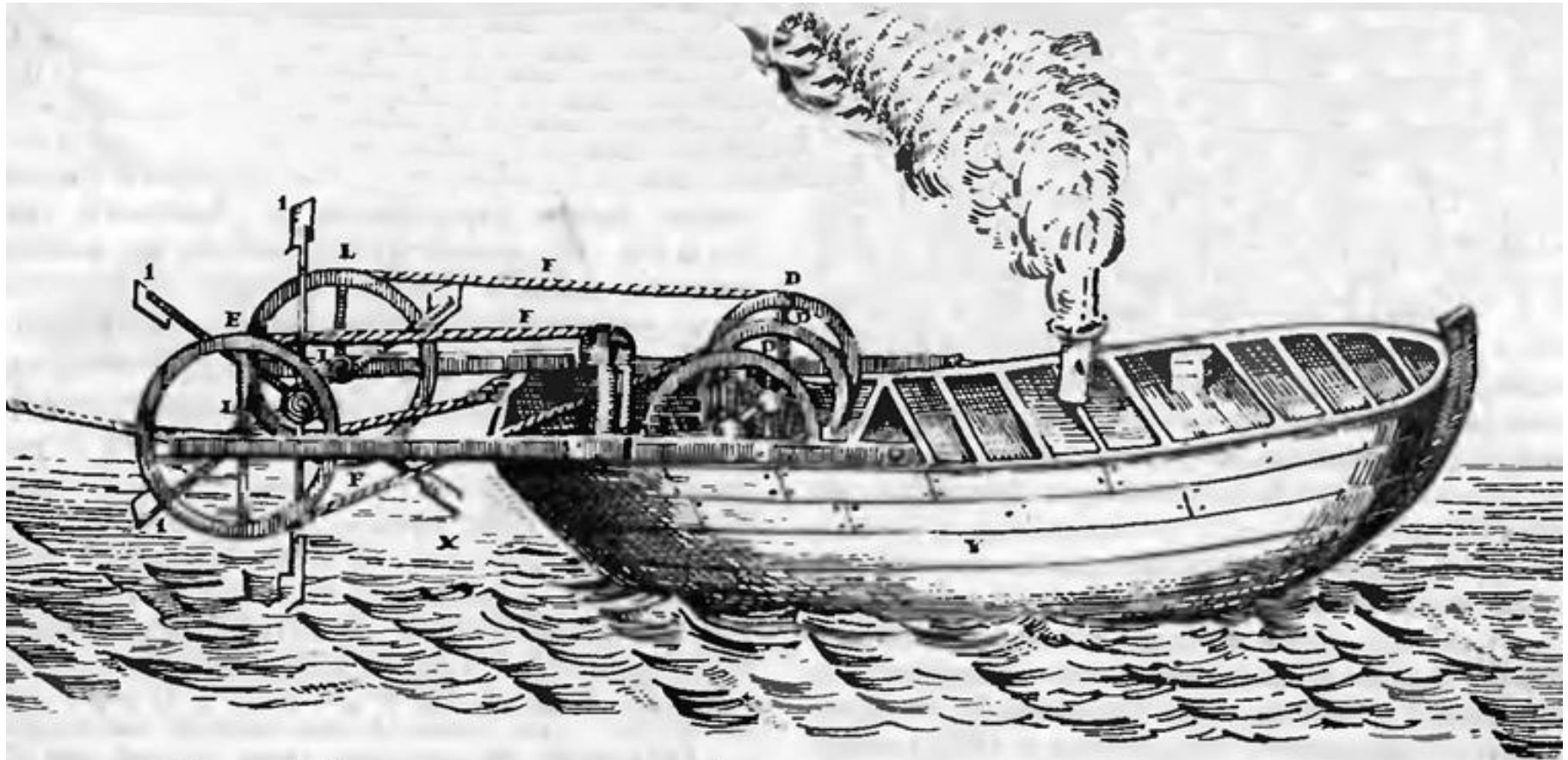


Тема: « Первый закон
термодинамики. Применение
первого закона
термодинамики к различным
процессам».

- Тема: « Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к различным процессам».

1736 год - паровая лодка



Паровой буксир с кормовым гребным колесом по патенту Халлза. 1736 г.

1770 год – паровая повозка

1775 год - отказ Парижской
Академии наук принимать
проекты вечных двигателей

1807 год - пароход Фултона

1824 год – паровоз
Стефенсона

1842 год - статья Роберта Майера
“Замечания о силах неживой
природы”

Формула закона сложна, но будет понятна на простых примерах.

Когда человек болеет у него поднимается температура, и увеличивается внутренняя энергия.

Человек принимает лекарства, понижающие температуру, вызывающие потоотделение.

Количество теплоты отрицательно, так как тепло отдаётся.

Температура снижается до нормальной температуры.

Первый закон термодинамики – закон сохранения энергии, связанный с тепловыми явлениями.

Этот закон показывает от чего зависит изменение внутренней энергии.

К 19 веку ученые имели представление о том, что механическая энергия не исчезает бесследно, а переходит в другую форму энергии

N: Кузнец ударяет молотом по куску железа – железо нагревается

N: Искры от забивания гвоздя

N: Тормозные колодки зажимают диск

На основании множества подобных наблюдений был сформулирован Закон сохранения энергии.

Закон сохранения энергии.

- Количество энергии неизменно, она не возникает из ничего и не исчезает, она только переходит из одной формы в другую.

Этот закон был открыт в середине XIX в.

- немецким учёным, врачом по образованию Юлиусом Робертом фон Майером (1814—1878),
- английским учёным Джеймс Джоулем (1818—1889)
- получил наиболее точную формулировку в трудах немецкого учёного Германа Гельмгольца (1821—1894)

Первый закон термодинамики

- Изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданной системе:

$$\Delta U = A + Q$$

Изолированная система:

- $A = 0$
- $Q = 0$
- $\Delta U = U_2 - U_1 = 0,$

ИЛИ

- $U_1 = U_2$

В изолированной системе, т.е. система не обменивается с внешней средой ни энергией, ни веществом, работа внешних сил равна нулю ($A = 0$) и система не обменивается теплотой с окружающими телами ($Q = 0$).

В этом случае согласно первому закону термодинамики

$\Delta U = U_2 - U_1 = 0$, или $U_1 = U_2$.

Внутренняя энергия изолированной системы остаётся неизменной (сохраняется).

Вид работы в термодинамике

- A - работы внешних тел над системой
- A' - работу системы над внешними телами
- $A' = -A$

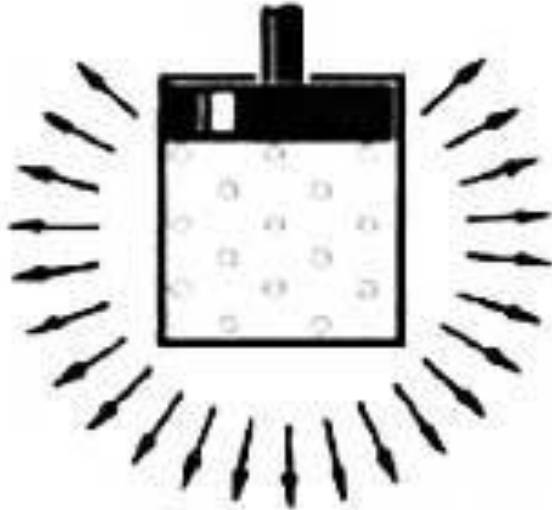
$$Q = \Delta U + A'$$

- Количество теплоты, переданной системе, идёт на изменение её внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними телами.

Отсюда вытекает невозможность создания вечного двигателя, т.к. если к системе не поступает тепло ($Q = 0$), то работа A' системы над внешними телами 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



**Передаваемое
тепло**



**Теплоизолирующая
оболочка**

N: нагретый газ в цилиндре может уменьшить свою энергию остывая, без совершения работы (рис.1).
Но он может потерять точно такое же количество энергии, поднимая поршень, без отдачи теплоты окружающим телам. (рис.2).

Изохорный процесс

Изохорный процесс

нагревание

$$\Delta U = Q$$

$$Q > 0 \text{ и } \Delta U > 0$$

$$U \uparrow$$

Изохорный процесс *охлаждение*

$$Q < 0$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 < 0$$

$$U \downarrow$$

Изотермический процесс

Получение тепла

$$Q = A'$$

$$Q > 0, \text{ то } A' > 0$$

($T = \text{const}$) внутренняя энергия идеального газа не меняется.

Всё переданное газу количество теплоты идёт на совершение работы: $Q = A'$.

Если газ получает тепло ($Q > 0$), то он совершает положительную работу ($A' > 0$).

Изотермический процесс

отдача тепла

$$Q < 0 \text{ и } A' < 0$$

Изобарный процесс

$$Q = \Delta U + A' = \Delta U + p\Delta V.$$

Адиабатный процесс

процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой.

$$\Delta U = A$$

Задачи. Закон термодинамики

- 1. Идеальный газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, и совершил работу, равную 100 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

Задачи. Закон термодинамики

- 2. Идеальный газ совершил работу, равную 100 Дж, и отдал количество теплоты, равное 300 Дж. Как при этом изменилась внутренняя энергия?

Задачи. Закон термодинамики

- 3. Идеальный газ совершил работу, равную 300 Дж. При этом внутренняя энергия уменьшилась на 300 Дж. Каково значение количества в этом процессе?

Задачи. Закон термодинамики

- 4. При изотермическом расширении идеальным газом совершена работа 15 кДж. Какое количество теплоты сообщено газу?

Задачи. Закон термодинамики

- 5. В закрытом баллоне находится газ. При охлаждении его внутренняя энергия уменьшилась на 500 Дж. Какое количество теплоты отдал газ? Совершил ли он работу?

Первый закон термодинамики

Изменение внутренней энергии системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе

Количество теплоты, переданное системе, идёт на изменение её внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними телами

$$\Delta U = A + Q$$

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

Применение первого закона термодинамики к различным процессам

Процесс	Постоянный параметр	Первый закон термодинамики
Изохорный	$V = \text{const}$	$\Delta U = Q, A' = 0$
Изотермический	$T = \text{const}$	$Q = A', \Delta U = 0$
Изобарный	$P = \text{const}$	$Q = \Delta U + A'$
Адиабатный	$Q = \text{const}$	$-\Delta U = A', Q = 0$

Закрепление материала

1. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить работу газа и приращение его внутренней энергии.
2. Удельная теплоемкость азота, когда его нагревают при постоянном давлении, равна 1,05 кДж/(кг · К), а при постоянном объеме — 0,75 кДж/(кг · К). Почему эти величины имеют разные значения? Какая совершается работа при изобарном нагревании азота массой 1 кг на 1 К?
3. Какую работу совершил воздух массой 200 г при его изобарном нагревании на 20 К? Какое количество теплоты ему при этом сообщили?

Закрепление материала

4. Найдя по таблицам значение удельной теплоемкости воздуха c_p и зная молярную массу M , вычислить, во сколько раз большее количество теплоты потребуется для изобарного нагревания, чем для изохорного. Масса воздуха и разность температур в обоих случаях одинаковы.