

# Тест

1. Термодинамика изучает:

- А) движение молекул
- Б) состояние теплового равновесия
- В) тепловые процессы
- Г) процессы измерения температуры

2. Основным понятием термодинамики является:

- А) тепловое движение
- Б) количество теплоты
- В) внутренняя энергия
- Г) работа

3. Об изменении внутренней энергии можно судить по изменению

- А) скорости движения молекул
- Б) температуры
- В) объема
- Г) работы

4. Изменение внутренней энергии системы происходит из-за:

А) совершения работы

Б) сообщению системе количества теплоты

В) совершения работы и сообщению системе количества теплоты

5. Работа внешних сил и работа газа связаны равенством:

А)  $A = -A'$

Б)  $A = A'$

В)  $A = \kappa A'$

# ОТВЕТЫ

---

1.В

2.В

3.Б

4.В

5.А

# Повторение

---

- 1) Определение внутренней энергии
- 2) От чего зависит внутренняя энергия?
- 3) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа
- 4) Способы изменения внутренней энергии.
- 5) Виды теплопередачи
- 6) Формула работы газа, работы внешних сил.
- 7) Изопроцессы. Определения, закон.
- 8) Закон сохранения энергии.

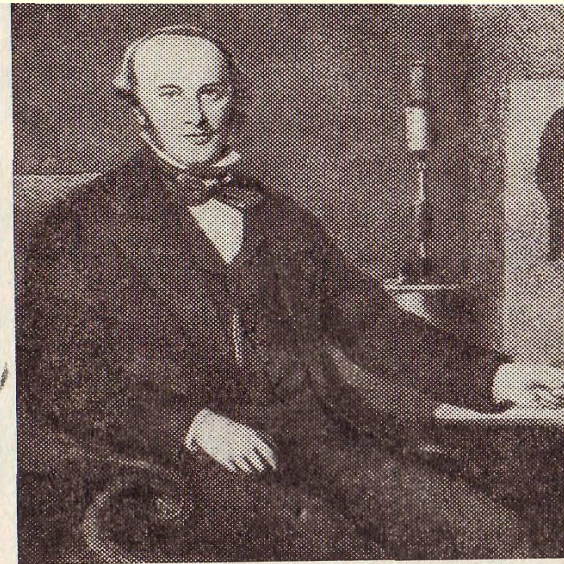


# Закон сохранения энергии

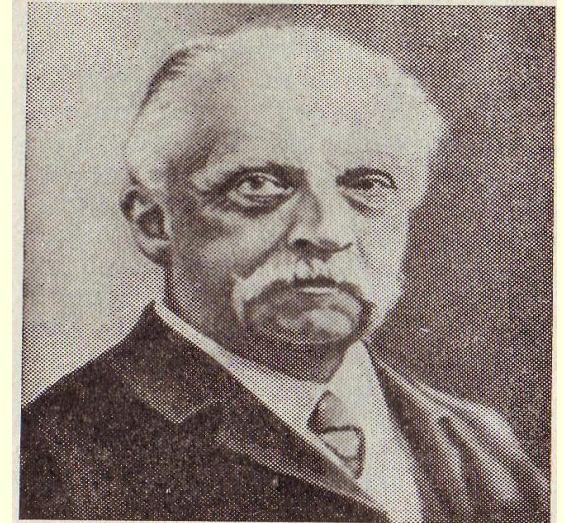
Р. Майер  
(1814-1878)



Д. Джоуль  
(1818-1889)



Г. Гельмгольц  
1821-1894





---

# Первый закон термодинамики

# 1 закон термодинамики:

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

$$\Delta U = A_{\text{вн}} + Q$$

ИЛИ т.к.  $A_{\text{вн}} = -A_{\text{Г}}$ , значит  $\Delta U = -A_{\text{Г}} + Q$

$$Q = \Delta U + A_{\text{Г}}$$

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

# Предпосылки открытия закона

- 1736 г – паровая лодка
- 1770 г– паровая повозка
- 1807 г – пароход Фултона
- 1824 г – паровоз Стефенсона
- 1842 год - статья Р. Майера “Замечания о силах неживой природы”

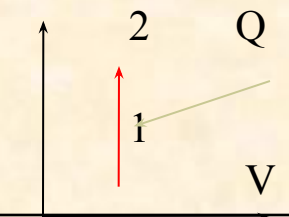
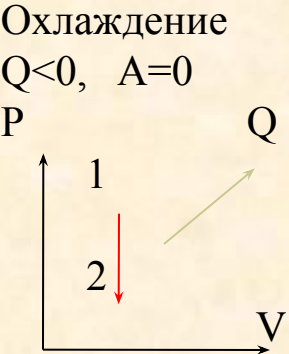
Когда человек более у него поднимается температура, и увеличивается внутренняя энергия. Человек принимает лекарства, понижающие температуру, вызывающие потоотделение. Количество теплоты отрицательно, так как тепло отдаётся. Температура снижается до нормальной температуры. И не зря открыл закон врач.

- Невозможность создания вечного двигателя, т.к  $A' = -\Delta U$ ,  $Q = 0$
- 1775 г – отказ Парижской Академии наук от рассмотрения проектов вечных двигателей

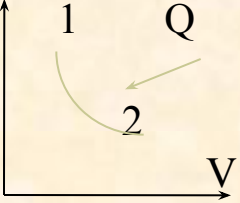
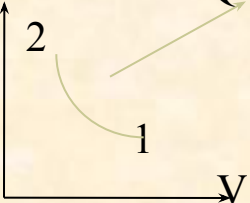


# Применение 1 закона термодинамики к изопроцессам.

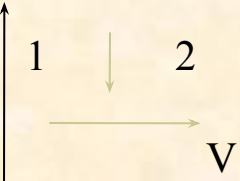
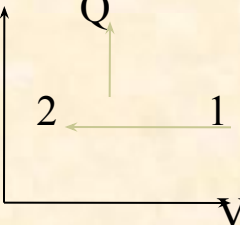
## Изохорный процесс

Название процесса	График	Запись закона	Формулы	Физический смысл
Изохорный $V = \text{const}$	Нагревание $Q > 0, A = 0$ 	$\Delta U = Q$	$\Delta U > 0$ $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$ $\Delta U = \frac{3}{2} \Delta p V$	Внутренняя энергия газа увеличивается за счет подводимого тепла
	Охлаждение $Q < 0, A = 0$ 	$\Delta U = -Q$	$\Delta U < 0$	Внутренняя энергия газа уменьшается за счет того, что газ отдает тепло окружающей среде.

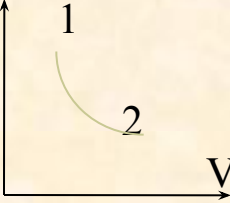
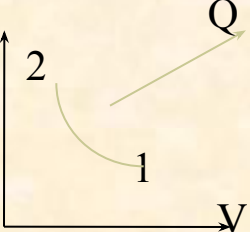
# Изотермический процесс

Название процесса	График	Запись закона	Формулы	Физический смысл
Изотермический $T = \text{const}$	Расширение $Q > 0, A_{\Gamma} > 0$ 	$\Delta U = 0$ $Q = A_{\Gamma}$	$A_{\Gamma} = Q = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	Всё переданное газу тепло идет на совершение им же работы.
	Сжатие $Q < 0, A_{\Gamma} < 0$ 	$\Delta U = 0$ $A_{\text{вн}} = -Q$	$A_{\text{вн}} = -Q = -\frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	При совершении работы внешними силами газ отдает тепло окружающей среде

# Изобарный процесс

Название процесса	График	Запись закона	Формулы	Физический смысл
Изобарный $p = \text{const}$	<p>Расширение (нагревание) <math>Q &gt; 0, A_{\Gamma} &gt; 0</math></p> 	$Q = \Delta U + A_{\Gamma}$	$\Delta U > 0$ $\Delta U = \frac{3}{2} p \cdot \Delta V = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$ $A_{\Gamma} = p \cdot \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T$ $Q = \Delta U + A_{\Gamma} = \frac{5}{2} p \cdot \Delta V = \frac{5}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$	<p>Всё переданное газу тепло идет на совершение им же работы.</p>
	<p>Сжатие (Охлаждение) <math>Q &lt; 0, A_{\Gamma} &lt; 0</math></p> 	$\Delta U = Q + A_{\text{вн}}$		<p>При совершении работы внешними силами газ отдает тепло окружающей среде</p>

# Адиабатный процесс

Название процесса	График	Запись закона	Формулы	Физический смысл
Изотермический $T = \text{const}$	Расширение $Q=0, A_{\Gamma} > 0$ 			Внутренняя энергия уменьшается за счет того, что газ сам совершает работу. Газ охлаждается
	Охлаждение $Q < 0, A_{\Gamma} < 0$ 			

# Вывод

---

- Внутренняя энергия идеального газа не изменяется только при изотермическом процессе.
- При изохорном она меняется за счет теплопередачи.
- При изобарном внутренняя энергия меняется как за счет теплопередачи, так и за счет совершения работы.
- Адиабатный процесс происходит в теплоизолированной системе. Изменение энергии равно работе внешних сил.

# Тренировочные задачи.

## 1 закон термодинамики.

1. Идеальный газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, и совершил работу, равную 100 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?
  - А. увеличилась на 400 Дж
  - Б. увеличилась на 200 Дж
  - В. уменьшилась на 400 Дж
  - Г. уменьшилась на 200 Дж
2. Идеальный газ совершил работу, равную 100 Дж, и отдал количество теплоты, равное 300 Дж. Как при этом изменилась внутренняя энергия?
  - А. увеличилась на 400 Дж
  - Б. увеличилась на 200 Дж
  - В. уменьшилась на 400 Дж
  - Г. уменьшилась на 200 Дж

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

А. отдал 600 Дж

Б. отдал 300 Дж

В. получил 300 Дж

Г. не отдавал и не получал теплоты.

4. Идеальный газ совершил работу, равную 300 Дж. При этом его внутренняя энергия увеличилась на 300 Дж. Какое количество теплоты получил газ?

А. отдал 600 Дж

Б. отдал 300 Дж

В. получил 600 Дж

Г. получил 300 Дж

# ОТВЕТЫ

---

1. Б

2. В

3. Г

4. В



- 
- Юноша, старик, младенец, дошкольник, школьник.
  - Курица, цыпленок,, яйцо.

# Необратимость процессов в природе.

---

- Передача тепла от более нагретого тела к менее нагретому.
- Колебания маятника.
- Старение организмов.

Необратимые процессы – это процессы, которые самопроизвольно могут протекать только в одном направлении.

---

Второй закон термодинамики.

*Формулировка Клаузиуса (1850):* невозможен процесс, при котором тепло самопроизвольно переходило бы от тел менее нагретых к телам более нагретым.



Задача 1. При изотермическом расширении идеальным газом была совершена работа 15 кДж. Какое количество теплоты сообщено газу?

Решение. При изотермическом процессе 1 закон термодинамики имеет вид:  $Q = A_{г}$ , т.е. газ совершает работу за счет сообщенного ему количества теплоты.

$Q = 15$  кДж.

Задача 2. В закрытом баллоне находится газ. При охлаждении его внутренняя энергия уменьшилась на 500 кДж. Какое количество теплоты отдал газ? Совершил ли он работу?

Решение: Газ находится в закрытом баллоне, следовательно, объем газа не изменяется. Данный процесс является изохорным охлаждением. Работа газа равна 0, т.к. изменение объема равно 0.

$Q = -500$  кДж. (знак «-» показывает, что газ отдает тепло).

# Домашнее задание. §80-83



Упр.15 (2, 9)  
Сообщения:

Из истории развития паровых машин.  
Применение тепловых двигателей.  
Тепловые двигатели и охрана  
окружающей среды.

