

***Тема: «Внутренняя энергия.
Работа. Количество
теплоты».***

Содержание

- Внутренняя энергия
- Работа в термодинамике
- Количество теплоты

Определение: Термодинамика – теория тепловых процессов, в которой не учитывается молекулярное строение тел.

Внутренняя энергия

- Определение:

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

- Обозначение:

U

- Единицы измерения:

[Дж]

Внутренняя энергия идеального одноатомного газа

$$U = N\bar{E}_k,$$

$$N = \frac{m}{M} N_A -$$

число молекул

$$\bar{E}_k \stackrel{U = \frac{3}{2} N k T}{=} \frac{3}{2} k T -$$

**кинетическая энергия
одной молекулы**



$$(N_A k = R)$$



*Внутренняя энергия
идеального одноатомного газа*

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

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.

В общем виде:

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

где i – число степеней свободы молекул газа ($i = 3$ для одноатомного газа и $i = 5$ для двухатомного газа)

Изменение внутренней энергии тела ΔU

Совершение
работы A

Теплообмен Q

теплопроводность

излучение

конвекция

над

самим

телом

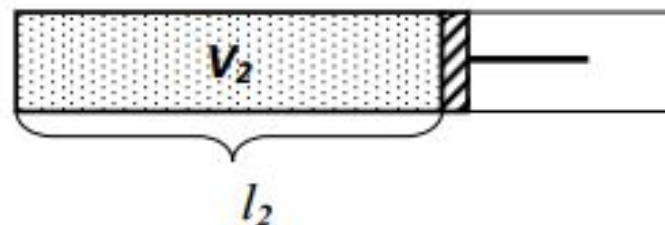
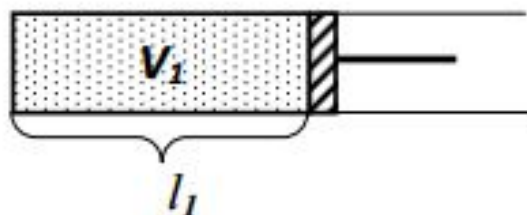
телом

$\Delta U \blacktriangle$

$\Delta U \blacktriangledown$

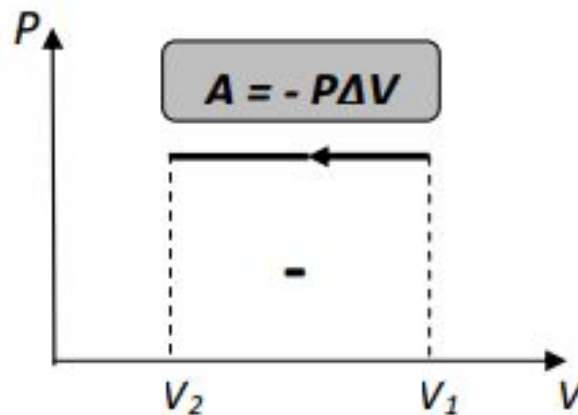
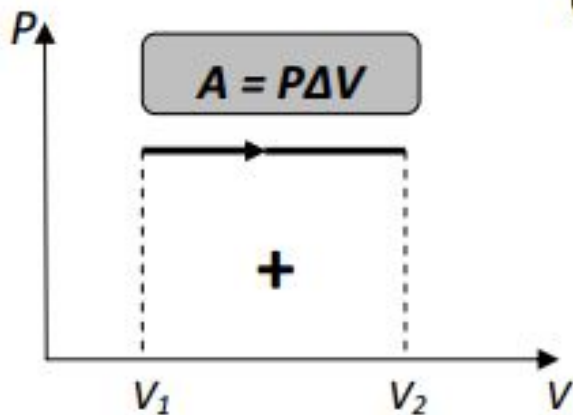
Работа в термодинамике

P - const



$$A = F\Delta l \cos\alpha; F = PS; A = PS\Delta l; V = S\Delta l$$

$$A = P\Delta V$$



Изохорный процесс - $\Delta V = 0$; $A = 0$

Работа в термодинамике

- Работа газа:

$$A' = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

- Работа внешних сил:

$$A = -A'$$

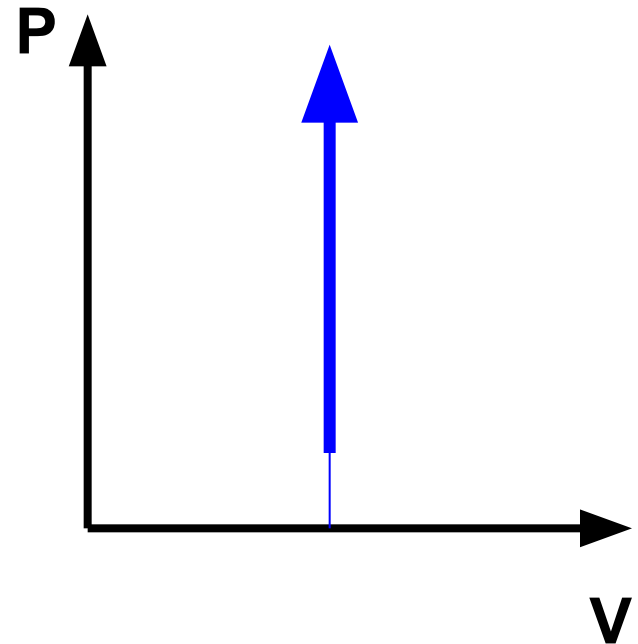
- Работа A , совершаемая внешними телами над газом, отличается от работы A' самого газа только знаком:

$$A = -A' = -p\Delta V.$$

Работа газа при изопроцессах

- При изохорном процессе ($V=\text{const}$):
 $\Delta V = 0$ работа газом не совершается:

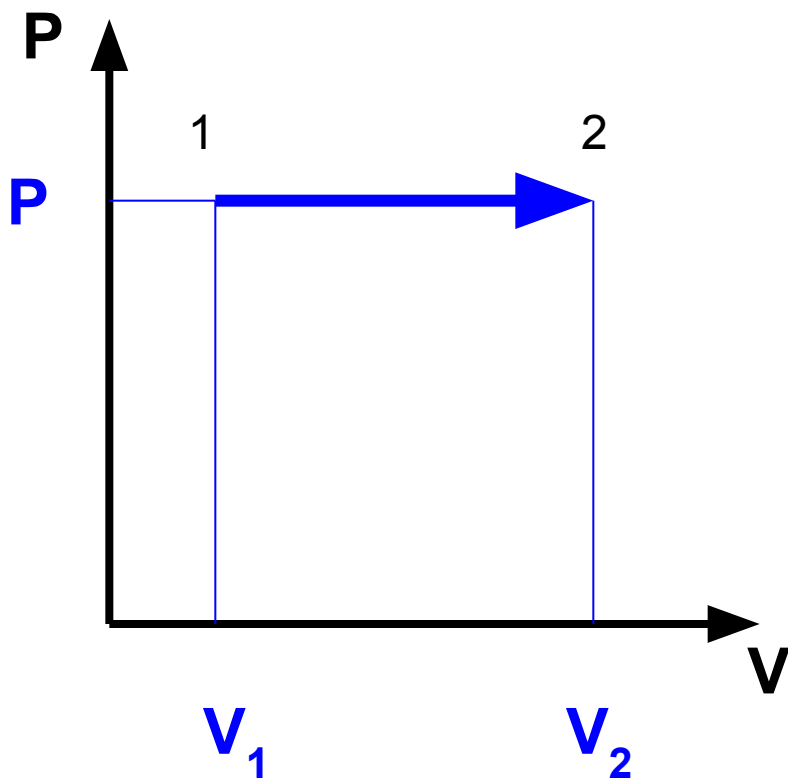
$$A' = 0$$



Изохорное нагревание

При изобарном процессе ($P=const$):

$$A' = p \Delta V$$

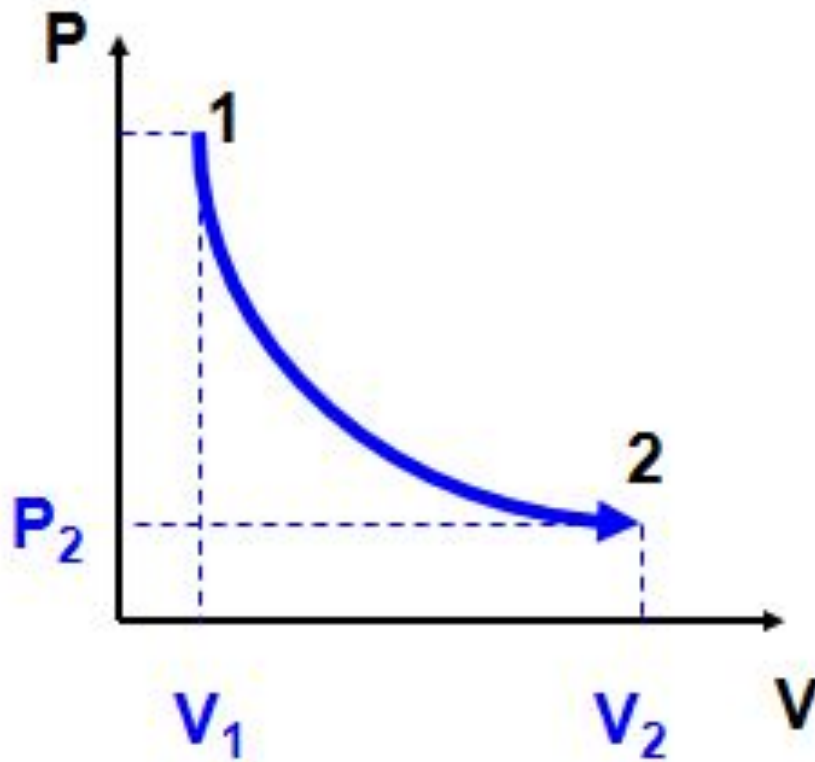


$$A' > 0$$

Изобарное расширение

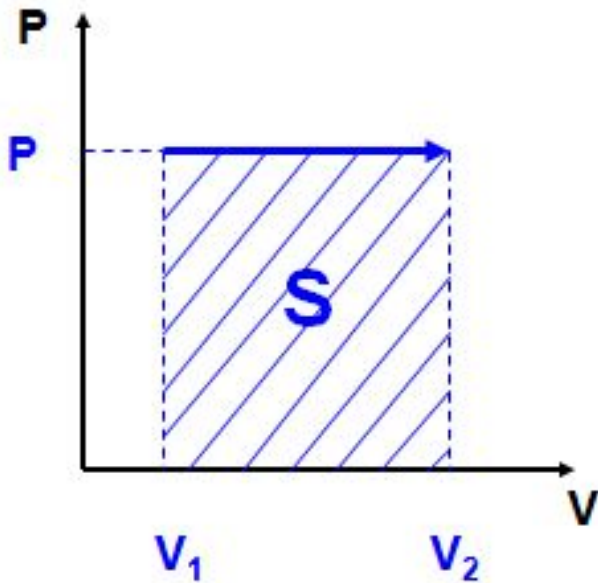
**При изотермическом процессе
($T=const$):**

Изотермическое расширение



Геометрическое истолкование работы:

Работа, совершаемая газом в процессе его расширения (или сжатия) при любом термодинамическом процессе, численно равна площади под кривой, изображающей изменение состояния газа на диаграмме (p, V) .



Количество теплоты – часть внутренней энергии, которую тело получает или теряет при теплопередаче

Процесс	формула	
Нагревание или охлаждение	$Q = cm\Delta T$	c – удельная теплоёмкость вещества [Дж/кг $^{\circ}$ К], m – масса [кг], ΔT – изменение температуры [$^{\circ}$ К].
Кипение или конденсация	$Q = rm$	r – удельная теплота парообразования [Дж/кг]
Плавление или кристаллизация	$Q = \lambda m$	λ - удельная теплота плавления вещества [Дж/кг]
Сгорание топлива	$Q = qm$	q – удельная теплота сгорания топлива [Дж/кг]



Закрепление

1. Какова внутренняя энергия 10 моль одноатомного газа при температуре $27\text{ }^{\circ}\text{C}$?
2. На сколько изменяется внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$?
3. Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объемом 60 м^3 при давлении 100 кПа ?
4. В вертикально расположенном цилиндре с площадью основания 1 дм^2 под поршнем массой 10 кг , скользящим без трения, находится воздух. При изобарном нагревании воздуха поршень поднялся на 20 см . Какую работу совершил воздух, если наружное давление равно 100 кПа ?

Закрепление

1. В воду объёмом 1 л, температура которой $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, бросают кусок железа массой 100 г, нагретый до $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом температура воды повышается до $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ и некоторое количество её обращается в пар. Определите массу обратившейся в пар воды.

2. К чайнику с кипящей водой подводится каждую секунду энергия, равная 1,13 кДж. Определите скорость истечения пара из носика чайника, площадь поперечного сечения которого равна 1 см^2 . Плотность водяного пара считайте равной 1 кг/м^3 .