

# Уравнение Менделеева - Клапейрона

Физическое состояние массы газа определяется тремя термодинамическими параметрами: давлением  $p$ , объемом  $V$  и температурой  $T$ .

Между этими параметрами существует определенная связь, называемая **уравнением состояния**

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

# Уравнение Менделеева – Клапейрона

- Уравнение состояния позволяет определить одну из величин, если известны две другие
- Зная уравнение состояния можно предсказать как будет протекать процесс при определенных внешних условиях
- Зная уравнение состояния можно определить, как меняется состояние системы, если она совершает работу или получает теплоту от окружающих тел

# Газовые законы

***Газовыми законами*** называются количественные зависимости между двумя макроскопическими параметрами при фиксированном значении третьего параметра

# Изопроцессы

**Изопроцессы** — термодинамические процессы, во время которых количество вещества и ещё одна из физических величин — параметров состояния: давление, объём, температура — остаются неизменными

# Изопроцессы

Название изопроцесса	Постоянные величины	Математическая запись закона	График зависимости $p$ - $V$	График зависимости $V$ - $T$	График зависимости $p$ - $T$

# Изотермический процесс

$$T = \text{const}$$

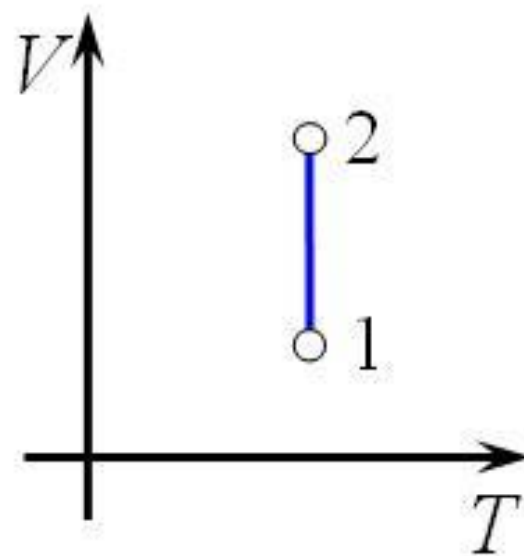
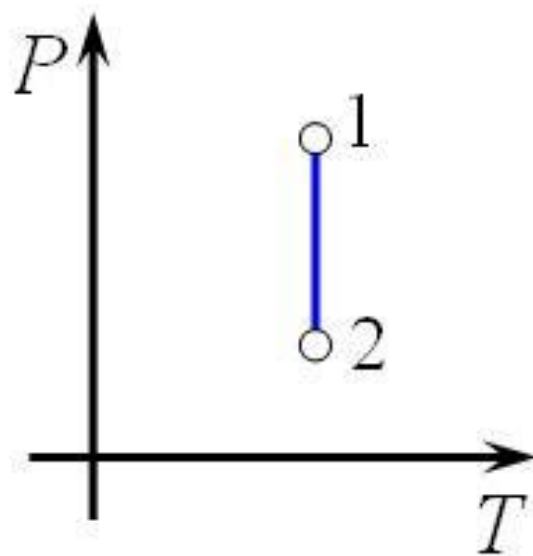
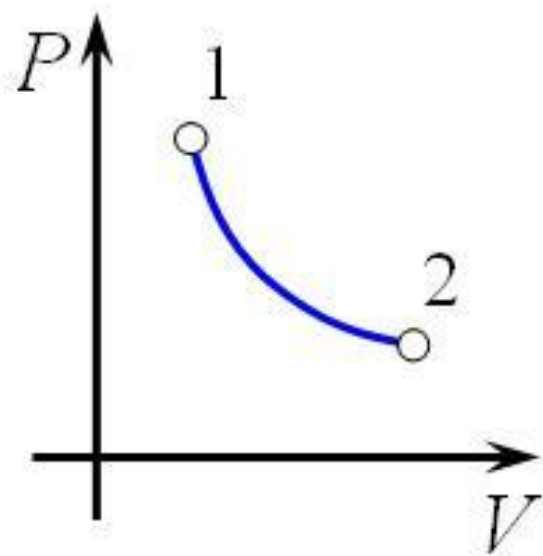
изотермический процесс



$$pV = \text{const}$$

Закон Бойля-Мариотта

## Изотермический



# Изохорный процесс

$$V = \text{const}$$

изохорный процесс

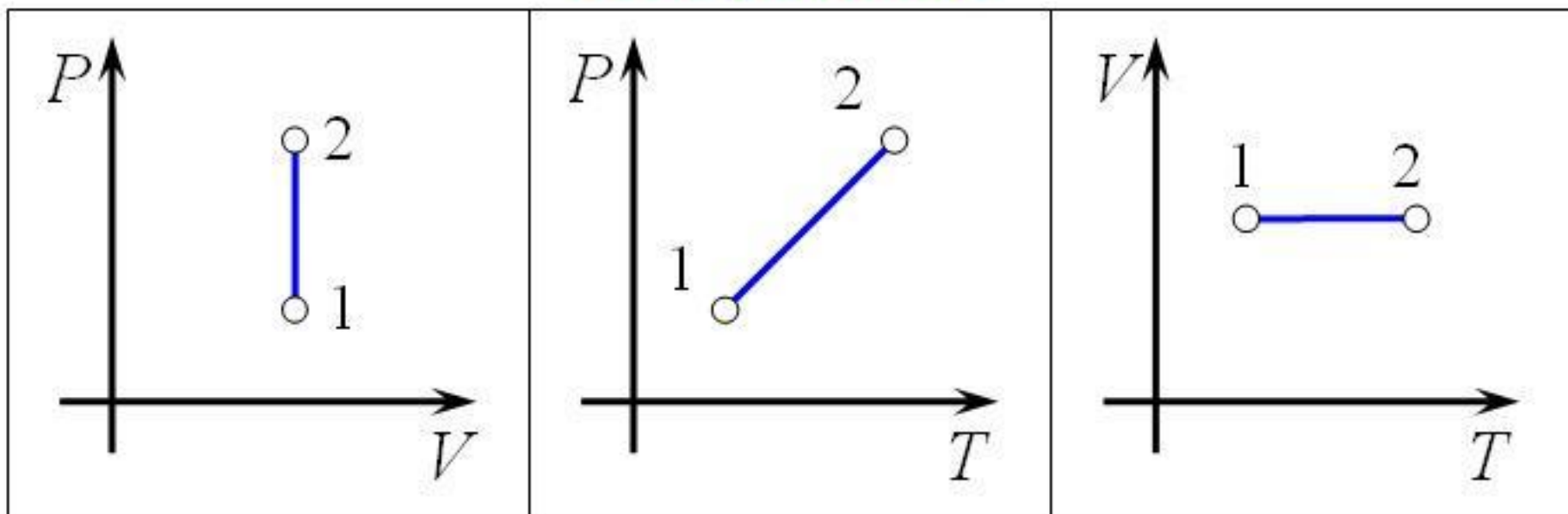


$$\frac{p}{T} = \text{const}$$

Закон Шарля



## Изохорический



# Изобарный процесс

$$p = \text{const}$$

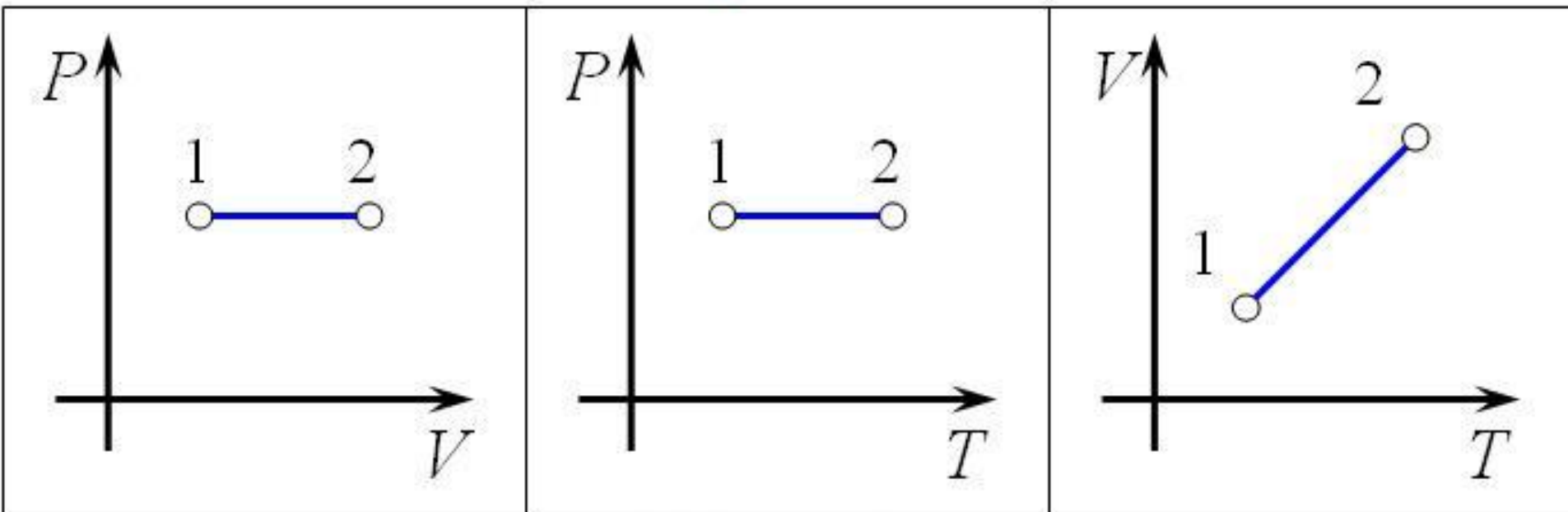
изобарный процесс



$$\frac{V}{T} = \text{const}$$

Закон Гей-Люссака

## Изобарический



# Термодинамика

# Внутренняя энергия

- **ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ** – суммарная энергия всех движущихся и взаимодействующих частиц из которых состоит тело.

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

# Способы изменения внутренней энергии

**Внутреннюю энергию можно изменить:**

- За счет совершения механической работы над телом
- Без совершения работы – теплообмен

# Виды теплообмена

- Теплопроводность
- Конвекция
- Лучистые теплообмен

# Виды теплообмена

Вид теплообмена	Объяснение с точки зрения МКТ	Особенности теплообмена	Применение
теплопроводность			
конвекция			
лучистый теплообмен			



# Теплопроводность

**Теплопроводность** - это способ теплопередачи, при котором тепло передается от более нагретой части тела, к менее нагретым, без перемещения вещества.

# Особенности

- Может происходить в твердых, жидких газообразных веществах;
- Лучше всего проводят тепло твердые тела, а из твердых – металлы;
- Газы проводят тепло хуже чем жидкости;
- Чем выше температура нагревателя, тем быстрее передается тепло от одной части тела к другой.

# Конвекция

**Конвекция** - это способ теплопередачи, при котором тепло передается от нагревателя восходящими струями газа

# Особенности

- Конвекция может наблюдаться только в жидкостях и газах;
- Конвекция происходит быстрее в газах, чем в жидкостях при прочих равных условиях;
- Чем больше площадь поверхности нагретого тела, тем больше жидкости или газа вовлекается в процесс конвекции;
- Чем выше температура нагревателя, тем интенсивнее конвекция.

# Лучистый теплообмен

**Лучистый теплообмен** - это способ передачи тепла от нагревателя посредством испускания лучей.

# Особенности

- Чем выше температура источника тепла, тем излучение больше;
- Чем больше площадь поверхности, тем больше энергии излучает тело при прочих равных условиях;
- При одинаковых температурах и площадях поверхности излучает больше тот нагреватель, который имеет черную поверхность;
- Излучение может распространяться в твердых, жидких и газообразных средах, а также в вакууме.

# Термодинамика

В основе термодинамики лежат 3 фундаментальных закона, называемых началами термодинамики, установленных на основании обобщения большой совокупности опытных фактов.

# Нулевое (или общее) начало термодинамики

Замкнутая система независимо от начального состояния в конце концов приходит к состоянию термодинамического равновесия и самостоятельно выйти из него не может.



# Первое начало термодинамики

Закон сохранения энергии в применении к термодинамическим системам.

Количество теплоты, полученное системой, идёт на изменение её внутренней энергии и совершение работы против внешних сил

$$\Delta U = Q + A$$

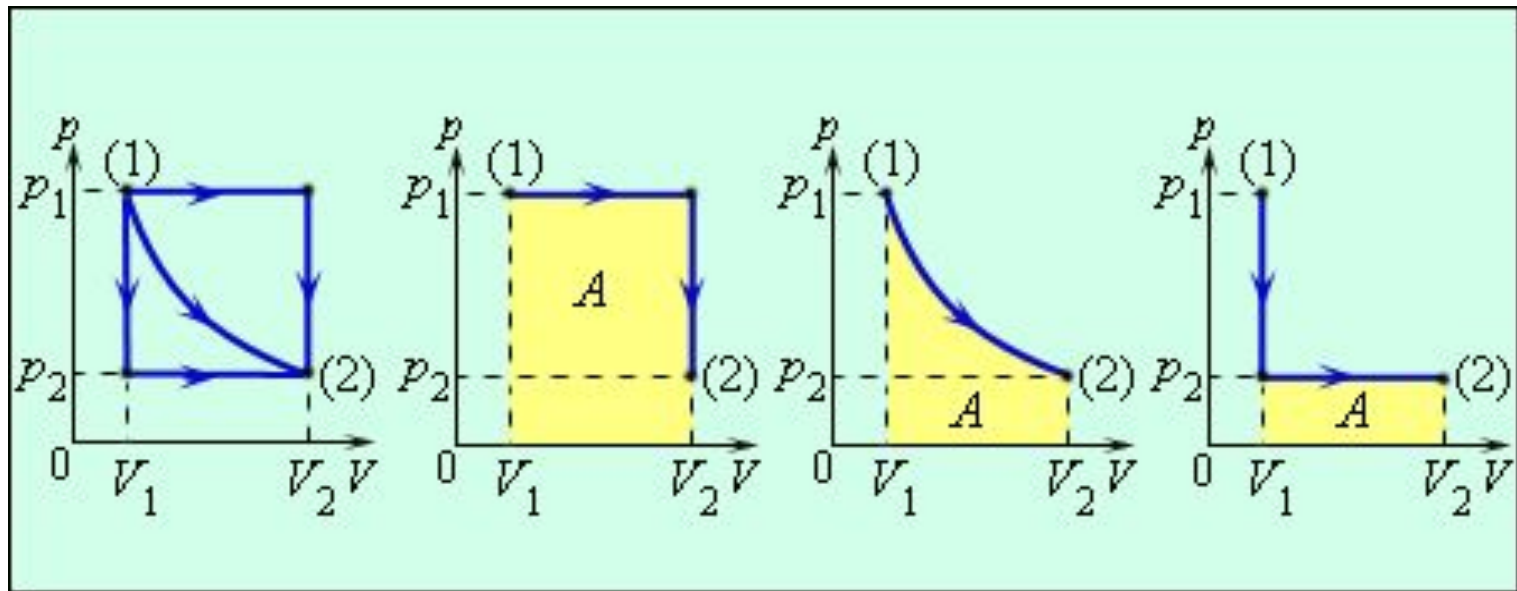
# Работа газа

- $$A = p \cdot \Delta V$$

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

# Работа газа

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.



# Количество теплоты

**Количество теплоты-**  
количественная мера изменения  
внутренней энергии при  
теплообмене

# Количество теплоты

- Количество теплоты при нагревании (охлаждении)

$$Q = ct\Delta T$$

- Количество теплоты при плавлении

$$Q = \lambda m$$

- Количество теплоты при парообразовании

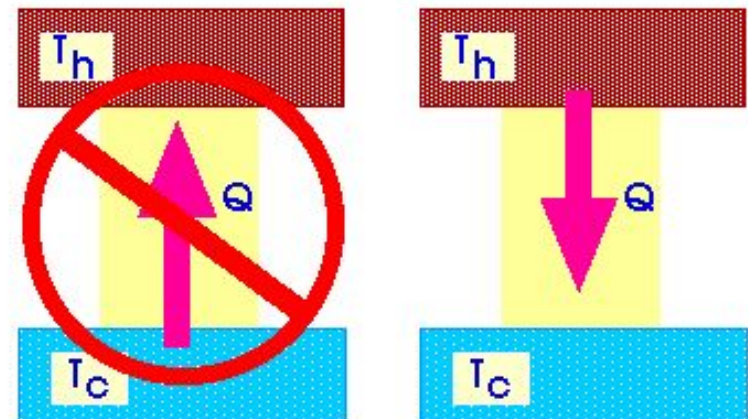
$$Q = Lm$$

- Количество теплоты при сгорании топлива

$$Q = qt$$

# Второе начало термодинамики

Накладывает ограничения на направление термодинамических процессов, запрещая самопроизвольную передачу тепла от менее нагретых тел к более нагретым.



# Необратимость процессов в природе



VIDEOUROKI.RU

# **Применение первого закона термодинамики к изопроцессам**



# Изотермический процесс

Процесс	Постоянные	Изменение внутренней энергии	Запись 1-го закона термодинамики	Физический смысл
Изотермическое расширение	$m = \text{const}$ $M = \text{const}$ $T = \text{const}$ $pV = \text{const}$	$U = \text{const}$ $\Delta U = 0$	$Q = A'$	Изотермический процесс не может происходить без теплопередачи. Все количество теплоты, переданное системе, расходуется на совершение этой системой механической работы.
Изотермическое сжатие	$m = \text{const}$ $M = \text{const}$ $T = \text{const}$ $pV = \text{const}$	$U = \text{const}$ $\Delta U = 0$	$A = -Q$	Изотермический процесс не может происходить без теплопередачи. Вся работа внешних сил выделяется в виде тепла.

# Изохорный процесс

Процесс	Постоянные	Изменение внутренней энергии	Запись 1-го закона термодинамики	Физический смысл
Изохорное нагревание	$\frac{P}{T} = \text{const}$ $m = \text{const}$ $M = \text{const}$ $V = \text{const}$	$p \uparrow$ $T \uparrow$ $U \uparrow$ $\Delta U > 0$	$A = 0$ $Q = \Delta U$	Все количество теплоты, переданное системе, расходуется на увеличение ее внутренней энергии.
Изохорное охлаждение	$m = \text{const}$ $M = \text{const}$ $V = \text{const}$ $\frac{P}{T} = \text{const}$	$p \downarrow$ $T \downarrow$ $U \downarrow$ $\Delta U < 0$	$A = 0$ $Q = \Delta U < 0$	Система уменьшает свою внутреннюю энергию, отдавая тепло окружающим телам.

# Изобарный процесс

Процесс	Постоянные	Изменение внутренней энергии	Запись 1-го закона термодинамики	Физический смысл
Изобарное расширение (нагревание)	$\frac{V}{T} = \text{const}$ $m = \text{const}$ $M = \text{const}$ $p = \text{const}$	$V \uparrow$ $T \uparrow$ $U \uparrow$ $\Delta U > 0$	$Q = \Delta U + A'$ $\Delta U = Q - A' > 0$	Количество теплоты, переданное системе, превышает совершенную ею механическую работу. Часть тепла расходуется на совершение работы, а часть – на увеличение внутренней энергии.
Изобарное сжатие (охлаждение)	$m = \text{const}$ $M = \text{const}$ $p = \text{const}$ $\frac{V}{T} = \text{const}$	$V \downarrow$ $T \downarrow$ $U \downarrow$ $\Delta U < 0$	$\Delta U = Q + A < 0$ $Q < 0$	Количество теплоты, отдаваемое системой, превышает работу внешних сил. Часть тепла система отдает за счет уменьшения внутренней энергии.

**Спасибо  
за  
ВНИМАНИЕ.**