



Газовые законы

Повторительно-
обобщающий урок



Любите физику, друзья,
Без космоса никак нельзя,
Без света не прожить ни дня,
Как в древнем мире без огня.

Без физики не только свет,
Компьютер или интернет,
Мы не могли бы получить,
Давайте физику учить!

Марк Львовский

Актуализация знаний

Что является объектом изучения
МКТ?

Идеальный газ.

Что в МКТ называется
идеальным газом?

Идеальный газ – это газ, в
котором взаимодействием между
молекулами можно пренебречь.

Какие три
термодинамических
параметра используют
для того, чтобы
описать состояние
идеального газа?

Давление, объем и температура.

Какое уравнение связывает между собой
все три термодинамических параметра?

Уравнение состояния
идеального газа.

Актуализация знаний

Что называется изопроцессами?

Изопроцессы – процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров. «Изо» - «постоянство».

Какие вы знаете изопроцессы?

Изобарный
Изохорный
Изотермический

Что называется газовыми законами?

Количественная зависимость между двумя макропараметрами при неизменном значении третьего

Уравнение Менделеева-Клапейрона

- Уравнение, связывающее три макропараметра P , V и T , характеризующее состояние данной массы газа называют уравнением состояния (уравнением Менделеева-Клапейрона).



Менделеев Дмитрий Иванович

(1834–1907) – русский ученый. Работы – преимущественно в области химии, а также физики, метрологии, метеорологии. Открыл в 1869 году один из фундаментальных законов природы – периодический закон химических элементов и на его основе создал периодическую таблицу химических элементов. Исправил значения атомных весов многих элементов, предсказал существование и свойства новых. Предсказал существование критической температуры. В области метрологии разработал физическую теорию весов.

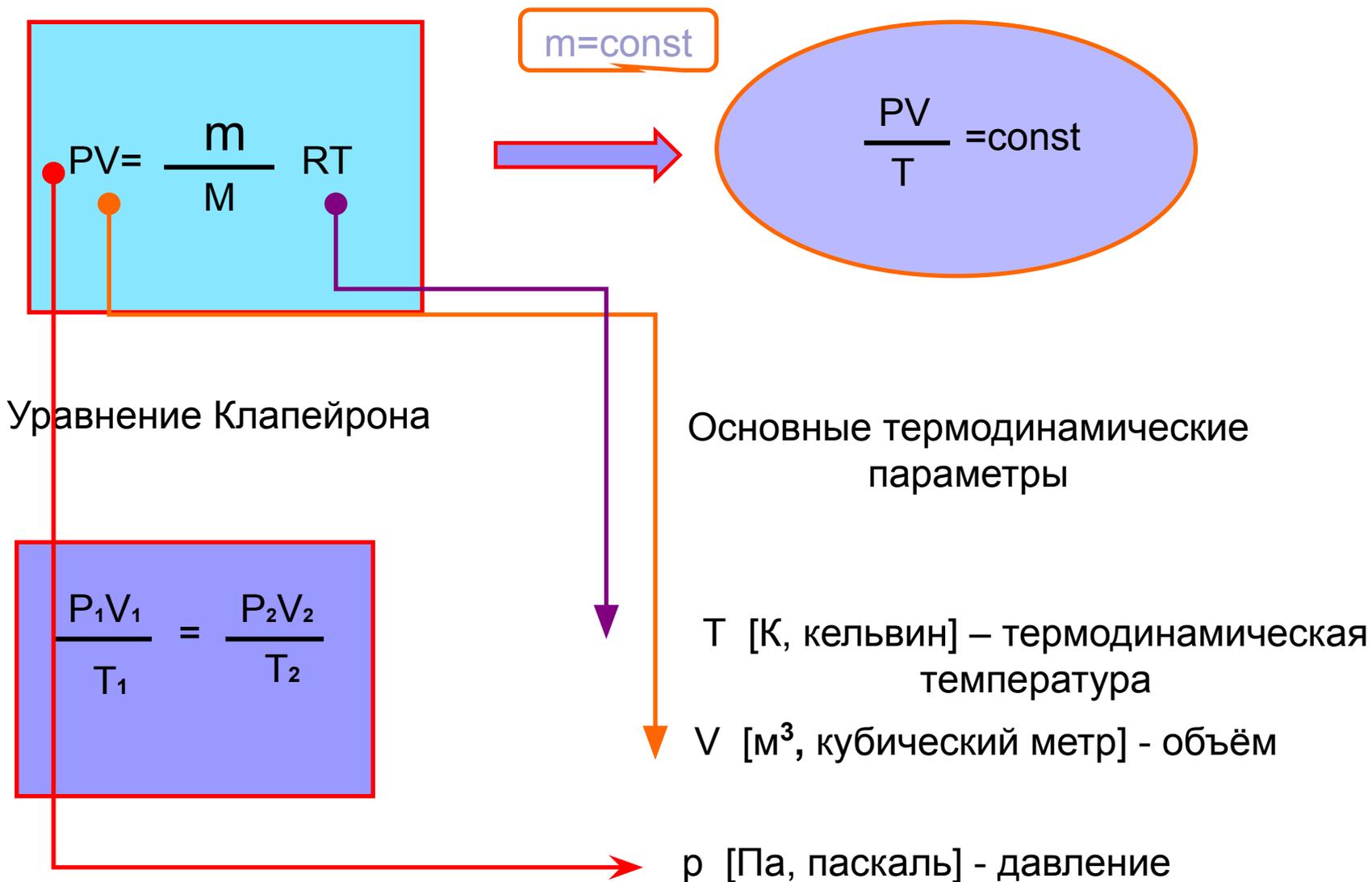


Бенуа́ Поль Эми́ль Клапейро́н

(26 февраля 1799, Париж — 28 января 1864, *там же*) — французский физик и инженер. Воспитывался в парижской политехнической школе (1816—1818). В 1820 отправился со своим товарищем Ламе в Россию, где был профессором в институте путей сообщения.

В 1858 году был избран в члены Парижской академии наук на место Коши. Одна из улиц Парижа получила его имя. Его имя также внесено в список величайших учёных Франции, помещённый на первом этаже Эйфелевой башни.

Уравнение Менделеева-Клапейрона



Газовые законы

- Изотермический процесс
- Изобарный процесс
- Изохорный процесс

Изотермический процесс

- Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре называют изотермическим.
- «термо» - (греч.) температура

- Для поддержания температуры газа постоянной необходимо, чтобы он мог обмениваться теплотой с большой системой – термостатом. Иначе температура газа будет меняться. Термостатом может служить атмосферный воздух, если температура его заметно не меняется на протяжении всего процесса. Для поддержания теплообмена процесс должен протекать медленно.



Роберт БОЙЛЬ (1627-1691), английский химик и физик, один из учредителей Лондонского королевского общества. Сформулировал (1661) первое научное определение химического элемента, ввел в химию экспериментальный метод, положил начало химическому анализу. Способствовал становлению химии как науки. Установил (1662) один из газовых законов (закон Бойля — Мариотта).

Эдм Мариотт (1620-1684)

Французский физик, член Парижской академии наук со дня ее основания (1666). Был настоятелем монастыря в окрестностях Дижона. Впервые описал слепое пятно в глазу (1668), в 1676 – опыты о зависимости упругости воздуха от давления, вторично дал формулировку закона, открытого и опубликованного Р. Бойлем в 1662 (закон Бойля–Мариотта). Впервые использовал этот закон для определения высоты места по показаниям барометра. Описал многочисленные опыты о течении жидкостей по трубам и действие фонтанов (1686). Изучал также явление удара тел.



Закон Бойля-Мариотта

Роберт Бойль (англ.) – 1662г

Э. Мариотт (франц.) – 1676г

Для газа данной массы произведение давления газа на его объем постоянно, если температура газа не меняется.

$$PV = \text{const.}$$

Закон Бойля- Мариотта

Изотермический процесс

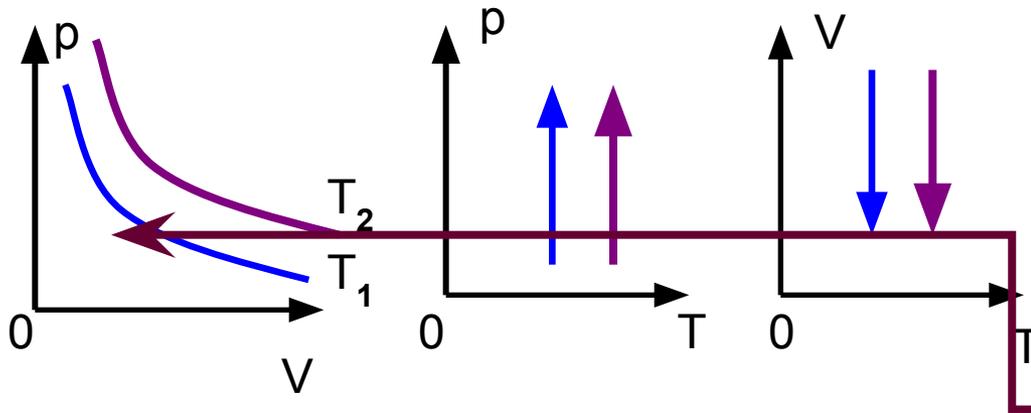
$$T_1 = T_2 = T$$

Уравнение Клапейрона

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad \Rightarrow \quad p \cdot v = \text{const}$$

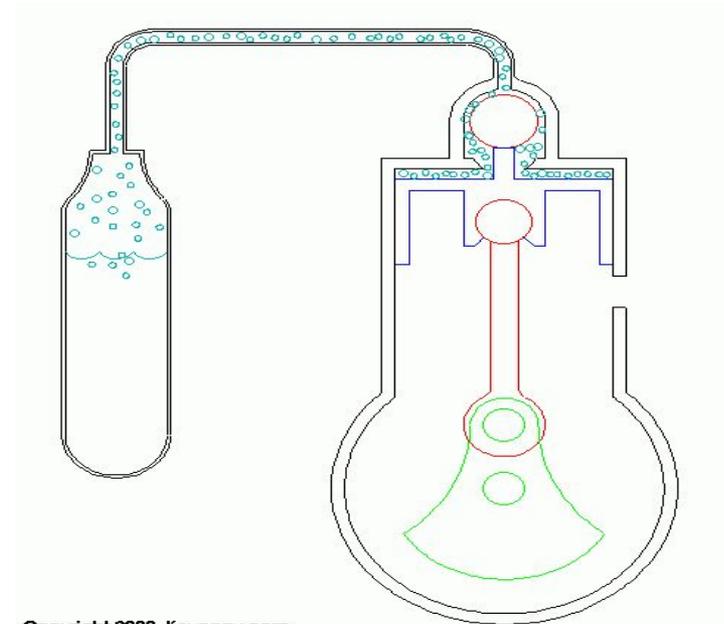
Изотермы

$$T_2 > T_1$$



Применение закона Бойля-Мариотта

Воздушный двигатель



Copyright 2000, Keveney.com

Основное уравнение МКТ

$$p = n \cdot k \cdot T \quad n = \frac{N}{V}$$

$$N = \text{const}; k = \text{const}; T = \text{const}$$

$$p \sim \frac{1}{V}$$

- Закон справедлив для любых газов и их смесей.
- Отклонения от этого закона становятся существенными при давлениях очень высоких (в несколько сот раз больше атмосферного) и при очень низких температурах.

Изохорный процесс.

- Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянном объеме называют **ИЗОХОРНЫМ**.
- “хорос”(греч.) - объем

Шарль, Жак Александр Сезар



ШАРЛЬ Жак Александр Сезар (1746-1823), французский физик. Труды связаны с изучением расширения газов. Установил (1787) зависимость давления идеального газа от температуры (Шарля закон). Сразу же после братьев Ж. и Э. Монгольфье построил воздушный шар из прорезиненной ткани и для его наполнения впервые использовал водород. В 1783 совершил полет на этом шаре. Изобрел ряд приборов.

Закон Шарля

- Для данной массы газа отношение давления к температуре постоянно, если объем не меняется.

- $$\frac{p}{T} = \text{const}$$
 при $V = \text{const}$

Закон Шарля Изохорический процесс

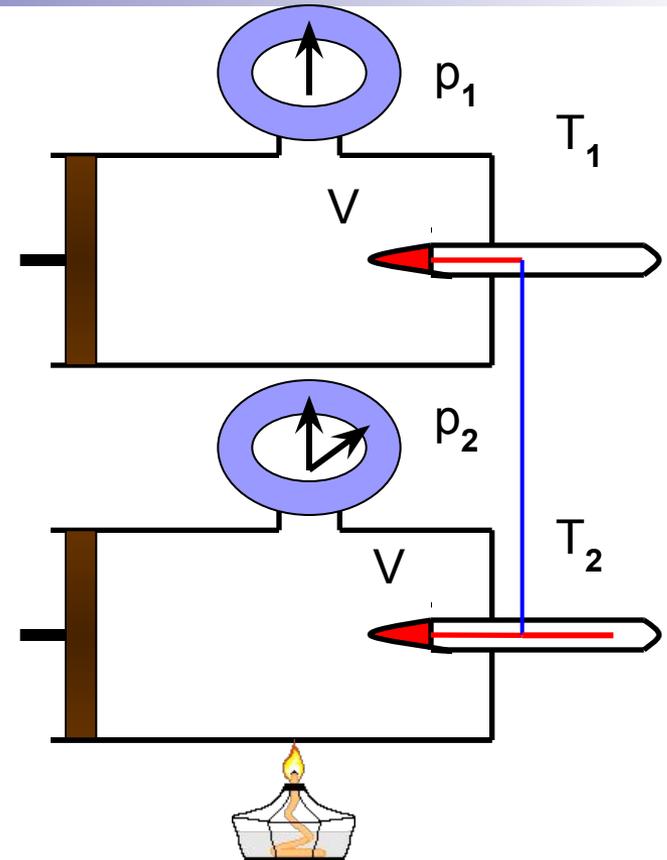
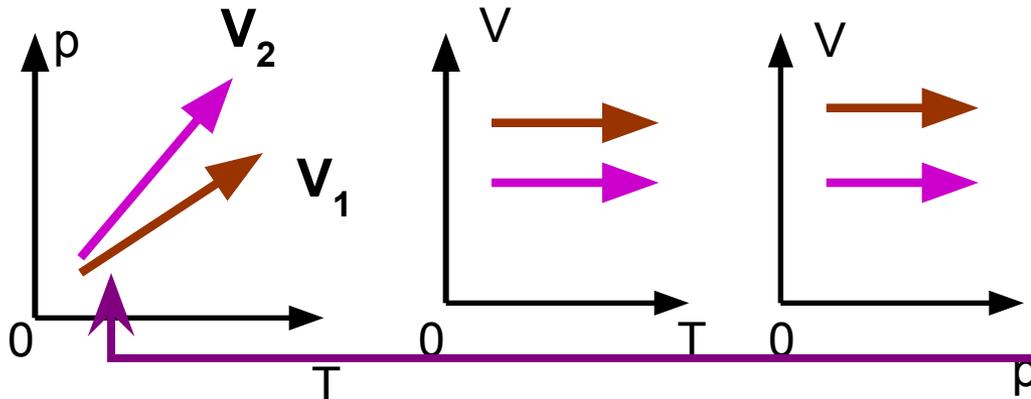
$$\underline{V_1 = V_2 = V}$$

Уравнение Клапейрона

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{const}$$

Изохоры

$$V_1 > V_2$$



Основное уравнение МКТ

$$p = n \cdot k \cdot T \quad n = \frac{N}{V}$$

$N = \text{const}; k = \text{const}; V = \text{const}$

$$p \sim T$$

Давление газа зависит от числа ударов молекул о стенки сосуда.

При повышении температуры скорость

движения молекул увеличивается, число ударов молекул о стенки сосуда увеличивается, и, следовательно, давление повышается.

При понижении температуры скорость

движения молекул уменьшается, число ударов молекул о стенки сосуда уменьшается, и, следовательно, давление понижается.

Изобарный процесс

- **Изобарный процесс – процесс изменения состояния определенной массы газа при постоянном давлении.**

“барос”(греч.) - давление

Гей –Люсак Жозеф Луи

Французский химик и физик, член Парижской академии наук (с 1806), её президент в 1822 и 1834. родился в Сен-Леонаре. Окончил Политехническую школу в Париже (1800), где учился К.Л. Бертолле. Работал там же (в 1800-1802 ассистент Бертолле). В 1805-1806 совершал путешествие по Европе вместе со знаменитым немецким естествоиспытателем А. Гумбольдтом. С 1809 проф. химии в Политехнической школе и физики в Сорбонне. С 1832 проф. химии в Ботаническом саду в Париже. Работы относятся к различным областям химии. Изобрёл (1816) термограф и ртутный сифонный переносной барометр. Совместно с Т.Ж. Пелузом получил (1833) нагреванием молочной кислоты лактид. Иностраннный почетный чл. Петербургской академии наук (с 1829).



Закон Гей – Люссака

Ж. Гей – Люссак (франц.) 1802

- Для данной массы газа при постоянном давлении отношение объема газа к его температуре постоянно.

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

Закон Гей-Люссака

Изобарический процесс

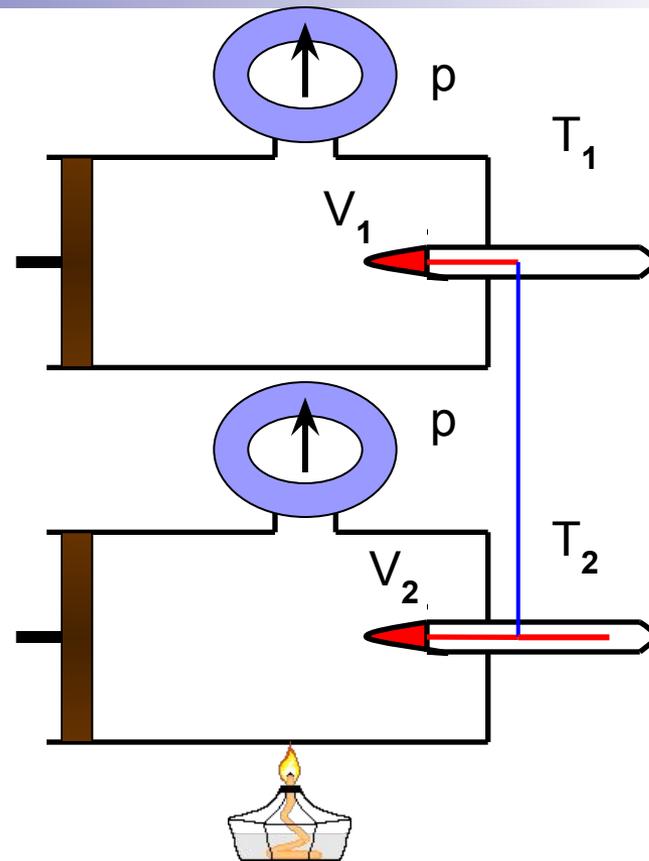
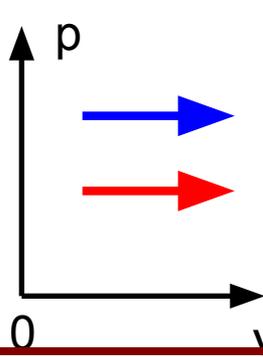
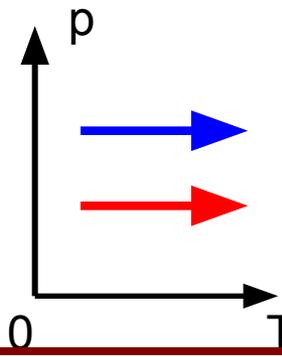
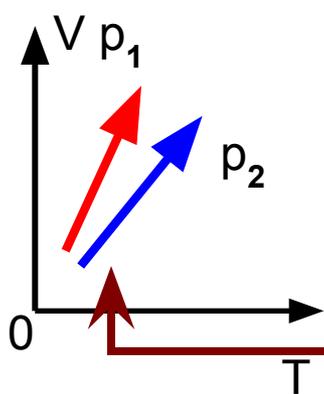
$$p_1 = p_2 = p$$

Уравнение Клапейрона

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const}$$

Изобары

$$p_2 > p_1$$



Основное уравнение МКТ

$$p = n \cdot k \cdot T \quad n = \frac{N}{V}$$

$N = \text{const}; k = \text{const}; p = \text{const}$

$$V \sim T$$

Обобщение

$$PV = m/M \cdot RT$$

$$v = m/M$$
$$v = \text{const}$$

$$T = \text{const}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$V = \text{const}$$

$$P = \text{const}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

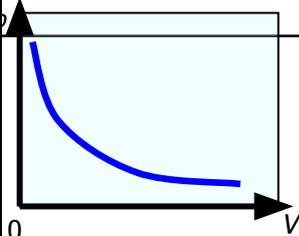
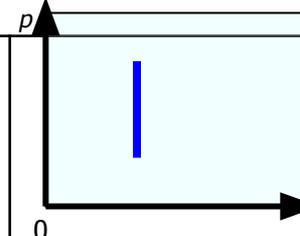
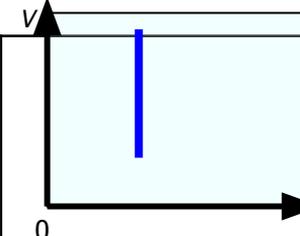
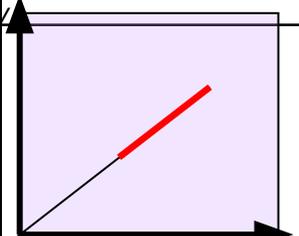
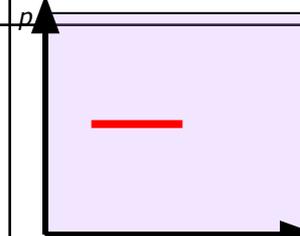
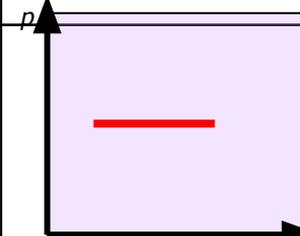
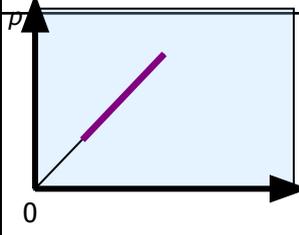
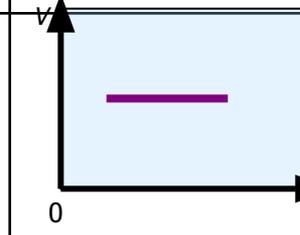
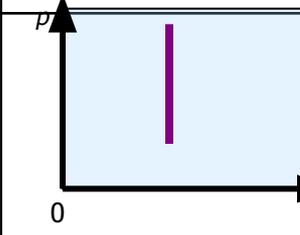
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Задание №1. Заполните обобщающую таблицу

Процесс $m=const$ $M=const$	Закон	Графики		
Изотермический $T=const$				
Изобарный $p=const$				
Изохорный $V=const$				

Обобщающая таблица

Процесс $m=const$ $M=const$	Закон	Графики		
Изотермический $T=const$	$pV=const$			
Изобарный $p=const$	$\frac{V}{T} = const$			
Изохорный $V=const$	$\frac{p}{T} = const$			

Задание №2. Устный тренажер.

№2.1 А. Б. В. Г.

T **p** **V** **m**

Какой из макроскопических параметров остается постоянным при ...

□ Вариант 1

■ изотермическом процессе?

Вариант 2

изобарном процессе?

№2.2

A. $P V = \text{const}$

B. $V T = \text{const}$

Б. $\frac{P}{V} = \text{const}$

Г. $\frac{V}{T} = \text{const}$

Какая из формул описывает закон

Вариант 1

Бойля-Мариотта?

Вариант 2

Гей-Люссака?

№2.3

А.

Менделеев, Клапейрон

Б.

Шарль

В.

Бойль, Мариотт

Г.

Гей-Люссак

Каким ученым принадлежит закон, описывающий ...

Вариант 1

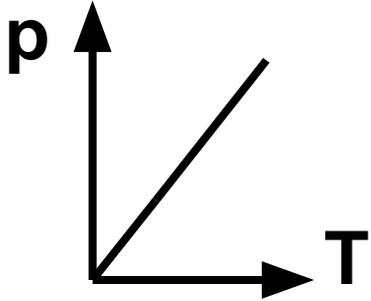
Изобарный процесс?

Вариант 2

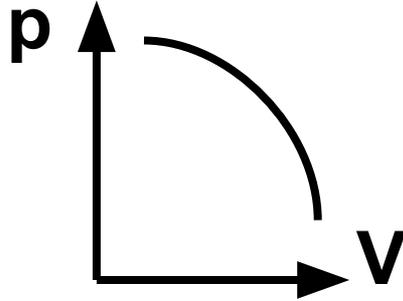
изотермический
процесс?

№2.4

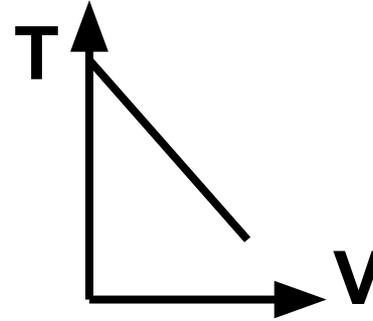
А.



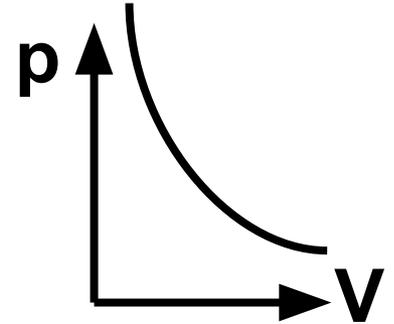
Б.



В.



Г.



Какой график соответствует

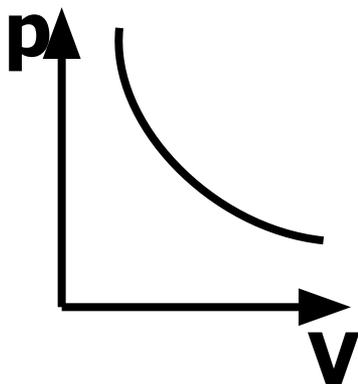
□ Вариант 1

■ изохорному процессу?

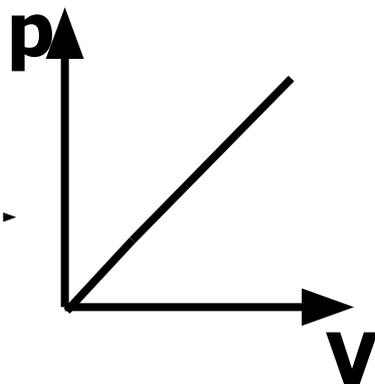
Вариант 2

изотермическому процессу?

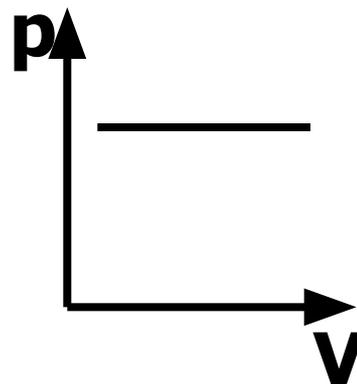
А.



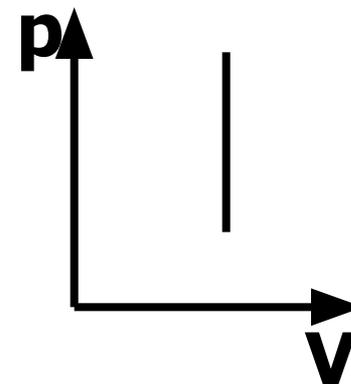
Б.



В.

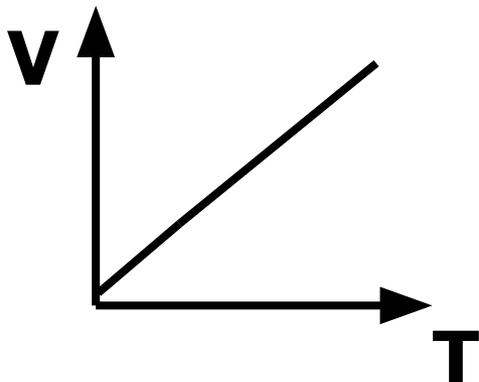


Г.

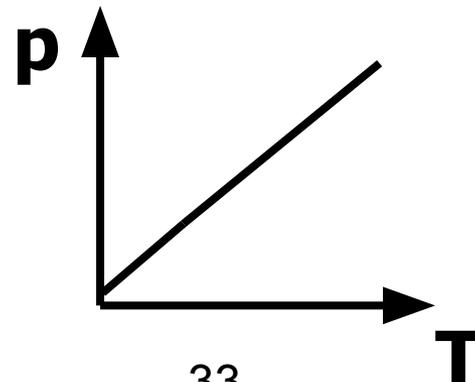


На каком из рисунков А, Б, В, Г изображен процесс, соответствующий данному графику?

Вариант 1



Вариант 2



«Знать физику – означает уметь решать задачи»

Энрико Ферми



Алгоритм решения задач на газовые законы

1) Дано:

Одно состояние газа p, V, T

Решение: используем уравнение Менделеева-Клапейрона

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

2) Дано:

Два или несколько состояний газа

$$p_1, V_1, T_1$$

$$p_2, V_2, T_2$$

Решение:

а) $m = \text{const}$

при $p = \text{const}$ – используем закон Гей-Люссака

при $T = \text{const}$ – используем закон Бойля-Мариотта

при $V = \text{const}$ – используем закон Шарля

$$T = \text{const}$$

при $V = \text{const}$ – Уравнения Клапейрона $\frac{pV}{T} = \text{const}$

$$p = \text{const}$$

б) $m = \text{const}$ ($M = \text{const}$) –

Записываем уравнение Менделеева-Клапейрона для каждого состояния

Задание №3. Выполните тест.

- А1. Какова температура 8 г кислорода, занимающего объем 2,1 литра при давлении 200 кПа? ($M = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль; $R = 8,3$ Дж/моль К)

1. -73 °C

3. 73 °C

2. 302 °K

4. 400 °K

Задание №3. Выполните тест.

■ A1. Ответ №1

$$pV = \frac{mRT}{M}$$

$$pVM = mRT$$

$$T = \frac{pVM}{mR} = \frac{2 * 10^5 \text{Па} * 2,1 * 10^{-3} \text{ м}^3 * 32 * 10^{-3} \text{ кг/моль}}{8 * 10^{-3} \text{ кг} * 8,3 \text{ Дж/моль К}} =$$
$$= 200 \text{ }^\circ\text{К}$$

$$t^0 = 200^0 - 273^0 = -73^0\text{С}$$

Задание №3. Выполните тест.

- А2. На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Количество вещества газа не меняется. Изобарному нагреванию соответствует участок.

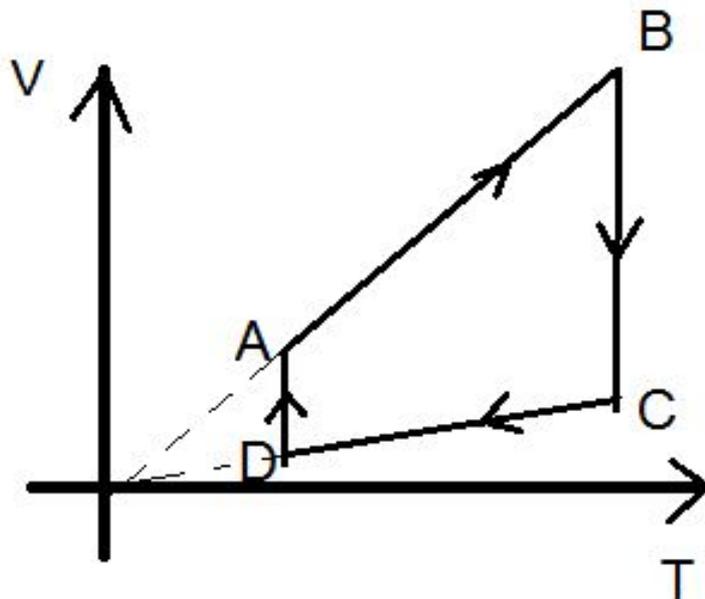
1. АВ

3. ВС

2. CD

4. DA

Ответ №1



Задание №3. Выполните тест.

- А3. Давление неизменного количества идеального газа уменьшилось в 2 раза. Температура газа уменьшилась в 4 раза. Как изменился при этом объём газа.
 1. Увеличивается в 2 раза
 2. Уменьшается в 2 раза
 3. Увеличивается в 8 раз
 4. Уменьшается в 8 раз

Задание №3. Выполните тест.

■ А3. Ответ №2

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{\cancel{P_1} V_1}{\cancel{T_1}} = \frac{\cancel{P_1} V_2 \cdot 4}{2 \cancel{T_1}}$$

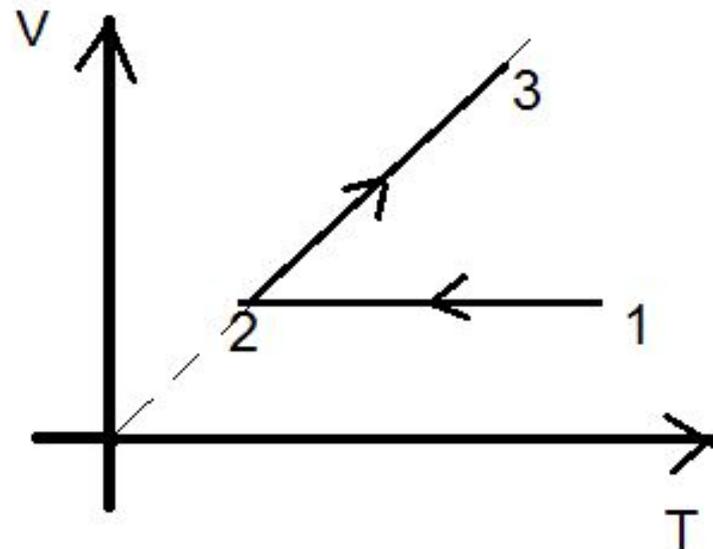
$$V_1 = 2V_2$$

$$V_2 = V_1/2$$

Задание №3. Выполните тест.

- А4. На V T диаграмме представлена зависимость объема постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры. Как изменится давление в процессе 1-2-3.

1. На 1-2 и 2-3 увеличивается
2. На 1-2 и 2-3 уменьшается
3. На 1-2 уменьшается, на 2-3 остаётся неизменным
4. На участке 1-2 не изменяется, на 2-3 увеличивается



Задание №3. Выполните тест.

- A4. Ответ 3.

$$1-2 V = \text{const}$$

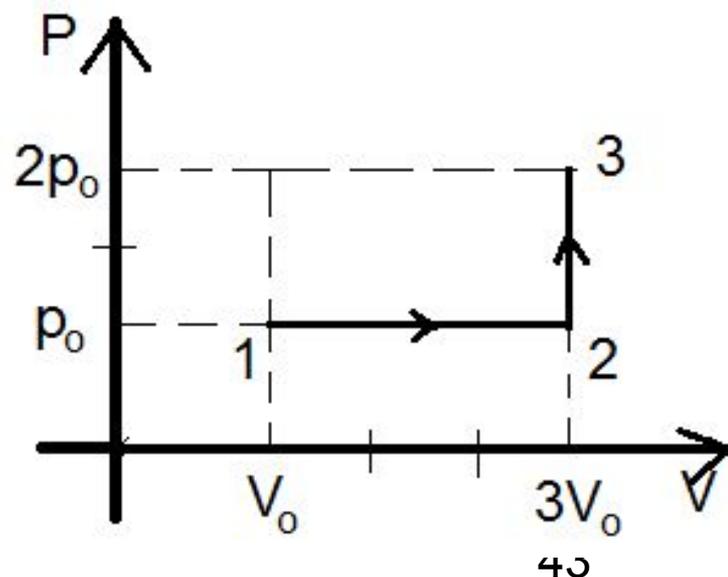
$$T \downarrow \Rightarrow p \downarrow$$

$$2-3 p = \text{const}$$

Задание №3. Выполните тест.

- А5. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3, как показано на рисунке. Если в состоянии 1 температура газа была равна 100°K , то в состоянии 3 она станет равной:

1. 600°K
2. 300°K
3. 100°K
4. 150°K



Задание №3. Выполните тест.

■ A5. Ответ 1.

$$1-2 \quad p = \text{const} \quad V \uparrow \text{ в } 3 \Rightarrow T \uparrow \text{ в } 3 \Rightarrow T_2 = 300^{\circ}\text{K}$$

$$2-3 \quad V = \text{const} \quad P \uparrow \text{ в } 2 \Rightarrow T \uparrow \text{ в } 2 \Rightarrow T_3 = 600^{\circ}\text{K}$$

Задание №3. Выполните тест.

Часть В

- В1. В закрытом сосуде постоянного объёма находится идеальный газ. Как изменяется при охлаждении газа следующие величины: давление газа, его плотность и внутренняя энергия. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения.

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется.

Запишите ответы в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Давление газа	Плотность газа	Внутренняя энергия
2	3	2

Задание №3. Выполните тест.

- Таблица ответов

A1	A2	A3	A4	A5
1	1	2	3	1

B1 232

Самооценка за работу на уроке:

Тема освоена на:

- Отлично
- Хорошо
- Удовлетворительно.

Трудности при выполнении задания:

- Изучение новых терминов
- Групповая работа над заданием
- Ответы на вопросы по тесту.

Как справляюсь с трудностями:

- Самостоятельно
- Спрошу у одноклассника
- Спрошу у учителя.

Самооценка за работу на уроке:

- Отлично
- Хорошо
- Удовлетворительно
- Все не понятно

Спасибо за работу!

- Удачи и успехов на контрольной работе!

