

Молекулярная физика

Курс подготовки к Единому
государственному экзамену

Цель: повторение основных понятий, законов и формул молекулярной физики в соответствии с кодификатором ЕГЭ

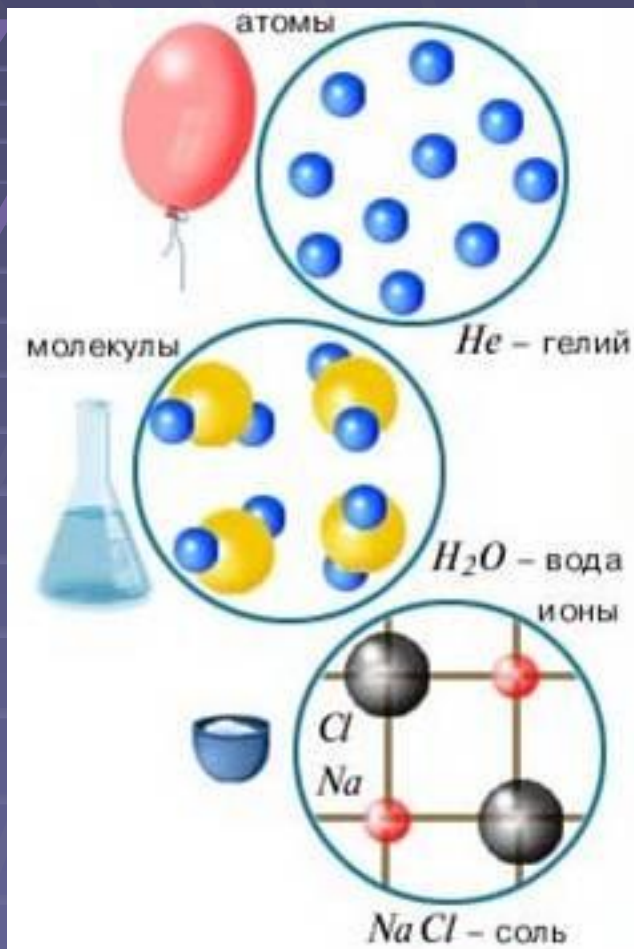
Элементы содержания, проверяемые на ЕГЭ 2012:

1. Основные положения МКТ.
2. Модели строения газов, жидкостей и твердых тел.
3. Модель идеального газа.
4. Основное уравнение МКТ идеального газа.
5. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии его частиц.
6. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
7. Изопроцессы.
8. Взаимные превращения жидкостей и газов.
9. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха.
10. Изменение агрегатных состояний вещества. Плавление и отвердевание.
11. Термодинамика: внутренняя энергия, количество теплоты, работа.
12. Первый закон термодинамики
13. Второй закон термодинамики.
14. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.
15. КПД тепловых двигателей.

Основные положения МКТ

- **Молекулярно-кинетической теорией** называют учение о строении и свойствах вещества на основе представления о существовании атомов и молекул как наименьших частиц химического вещества.
- **Основные положения МКТ:**
 1. Все вещества – жидкие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул, которые сами состоят из атомов.
 2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.
 3. Частицы взаимодействуют друг с другом силами, имеющими электрическую природу (притягиваются и отталкиваются).

Атом. Молекула.



- **Атом** – это наименьшая часть химического элемента, обладающая его свойствами, способная к самостоятельному существованию.
- **Молекула** – мельчайшая устойчивая частица вещества, состоящая из атомов одного или нескольких химических элементов, сохраняющая основные химические свойства этого вещества.

Масса молекул. Количество вещества.

- **Относительной молекулярной (или атомной) массой вещества** называют отношение массы молекулы (или атома) данного вещества к 1/12 массы атома углерода ^{12}C .

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

- **Количество вещества** – это число молекул в теле, но выраженное в относительных единицах.

- **Моль** – это количество вещества, содержащее столько же частиц (молекул), сколько атомов содержится в 0,012 кг углерода ^{12}C .

- $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ – это количество вещества содержится одно и то же число частиц (молекул). Это число называется **постоянной Авогадро N_A** .

- **Количество вещества ν** – отношение числа молекул в данном теле к постоянной Авогадро, т.е. к числу молекул в 1 моль вещества.

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

- **Молярной массой вещества** называют массу вещества, взятого в количестве 1 моль.

Модели строения твердых тел, жидкостей и газов

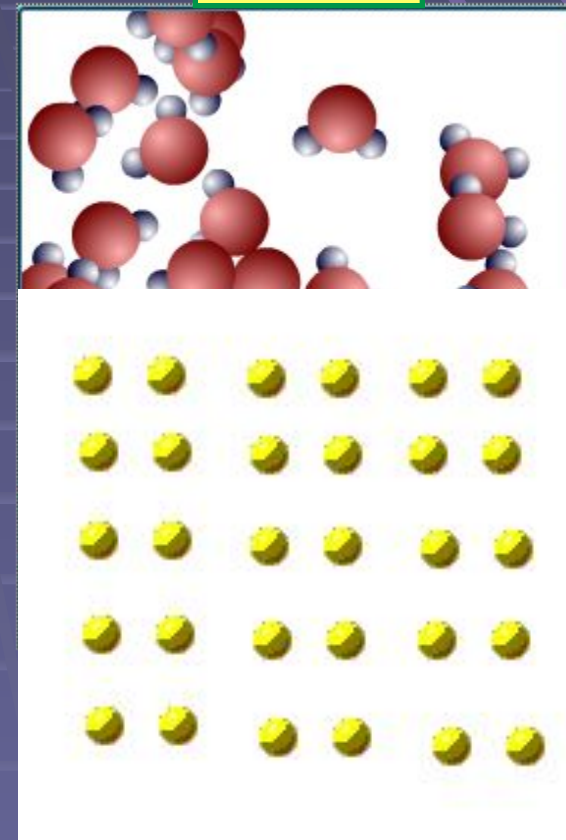
- Молекулы большинства **твердых тел** расположены в определенном порядке. Такие твердые тела называют кристаллическими.
- Движения частиц представляют собой колебания около положений равновесия.
- Если соединить центры положений равновесия частиц, то получится правильная пространственная решетка, называемая **кристаллической**.
- Расстояния между молекулами сравнимо с размерами молекул.
- Основные свойства: сохраняют форму и объем. **Монокристаллы анизотропны**.
- **Анизотропия** – зависимость физических свойств от направления в кристалле.



Модели строения твердых тел, жидкостей и газов

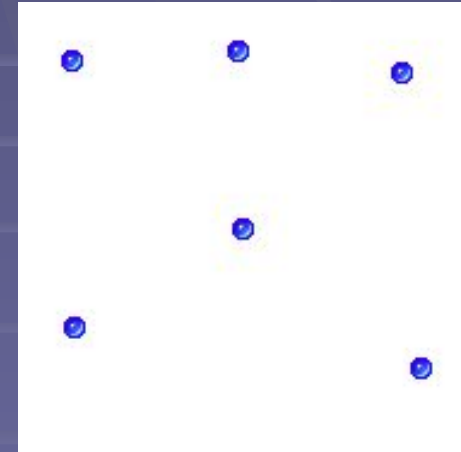
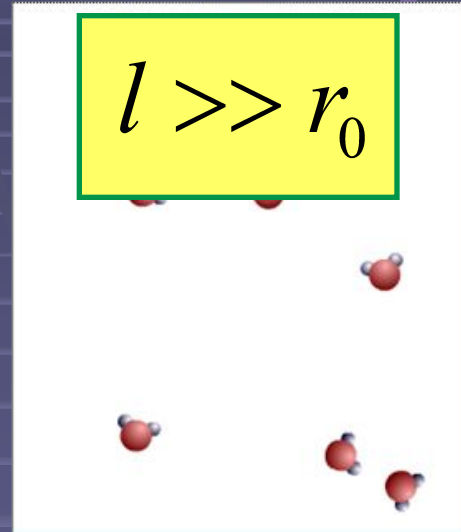
- Расстояния между молекулами **жидкости** сравнимо с размерами молекул, поэтому жидкость мало сжимается.
- Молекула жидкости колеблется около положения временного равновесия, сталкиваясь с другими молекулами из ближайшего окружения. Время от времени ей удастся совершить «прыжок», чтобы продолжать совершать колебания среди других соседей. «Прыжки» молекул происходят по всем направлениям с одинаковой частотой, этим объясняется текучесть жидкости и то, что она принимает форму сосуда

$$l \approx r_0$$



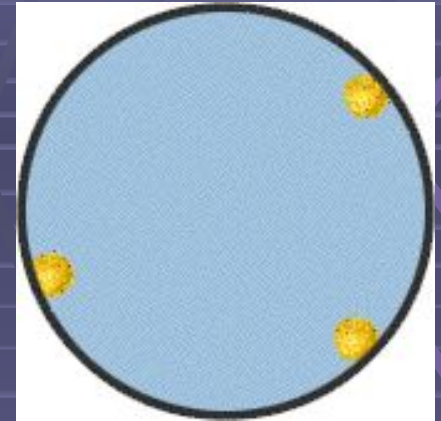
Модели строения твердых тел, жидкостей и газов

- Расстояние между молекулами газов намного больше размеров самих молекул, поэтому газ можно сжать так, что его объем уменьшится в несколько раз.
- Молекулы с огромными скоростями движутся в пространстве между столкновениями. Во время столкновений молекулы резко меняют скорость и направление движения.
- Молекулы очень слабо притягиваются друг к другу, поэтому газы не имеют собственной формы и постоянного объема.



Тепловое движение молекул

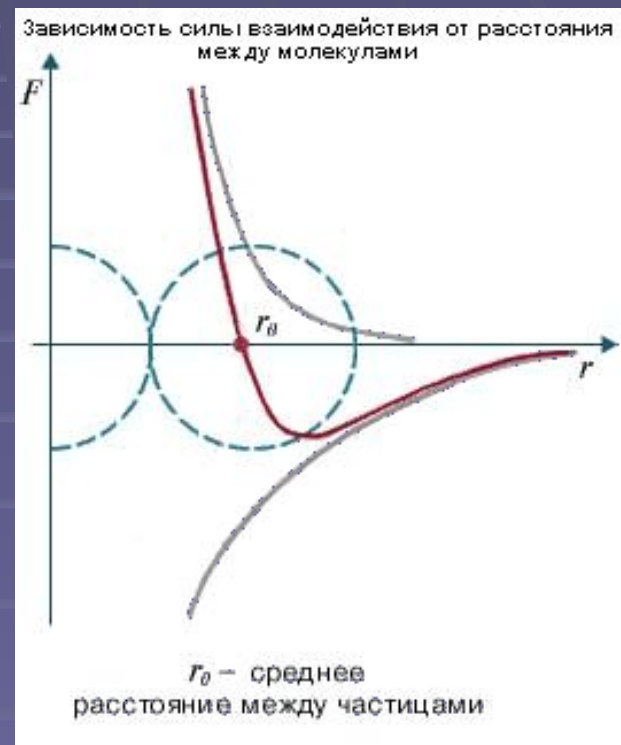
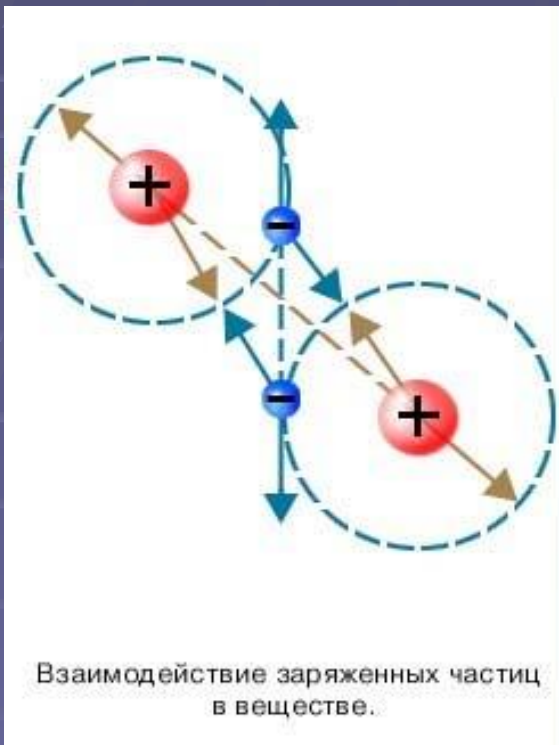
- Беспорядочное хаотическое движение молекул называется тепловым движением. Доказательством теплового движения является броуновское движение и диффузия.
- Броуновское движение – это тепловое движение мельчайших частиц, взвешенных в жидкости или газе, происходящее под действием ударов молекул окружающей среды.
- Диффузией называется явление проникновения двух или нескольких соприкасающихся веществ друг в друга.
- Скорость диффузии зависит от агрегатного состояния вещества и температуры тела.



Взаимодействие частиц вещества

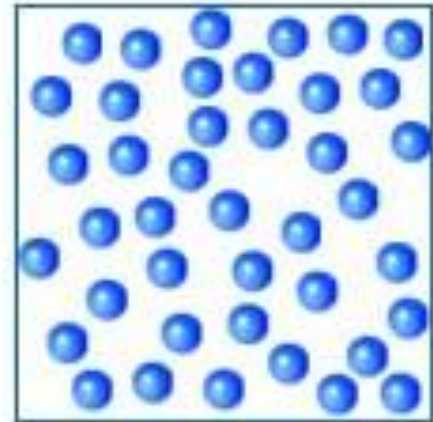
Силы взаимодействия между молекулами.

- На **очень малых** расстояниях между молекулами обязательно действуют **силы отталкивания**.
- На расстояниях, **превышающих 2 - 3 диаметра** молекул, действуют **силы притяжения**.



Модель идеального газа

- **Идеальный газ** – это теоретическая модель газа, в которой пренебрегают размерами и взаимодействиями частиц газа и их упругие столкновения.
- В кинетической модели **идеальный** молекулы рассматриваются как упругие шарики, взаимодействующие со собой и со стенками только во время столкновений.
- Суммарный объем всех молекул малым по сравнению с объемом, в котором находится газ.
- Сталкиваясь со стенкой сосуда, молекулы оказывают на нее давление.
- **Микроскопические параметры** – скорость, кинетическая энергия
- **Макроскопические параметры** – объем, температура.



V
 T
 p
 n

m – масса газа

V – объём газа

T – температура газа

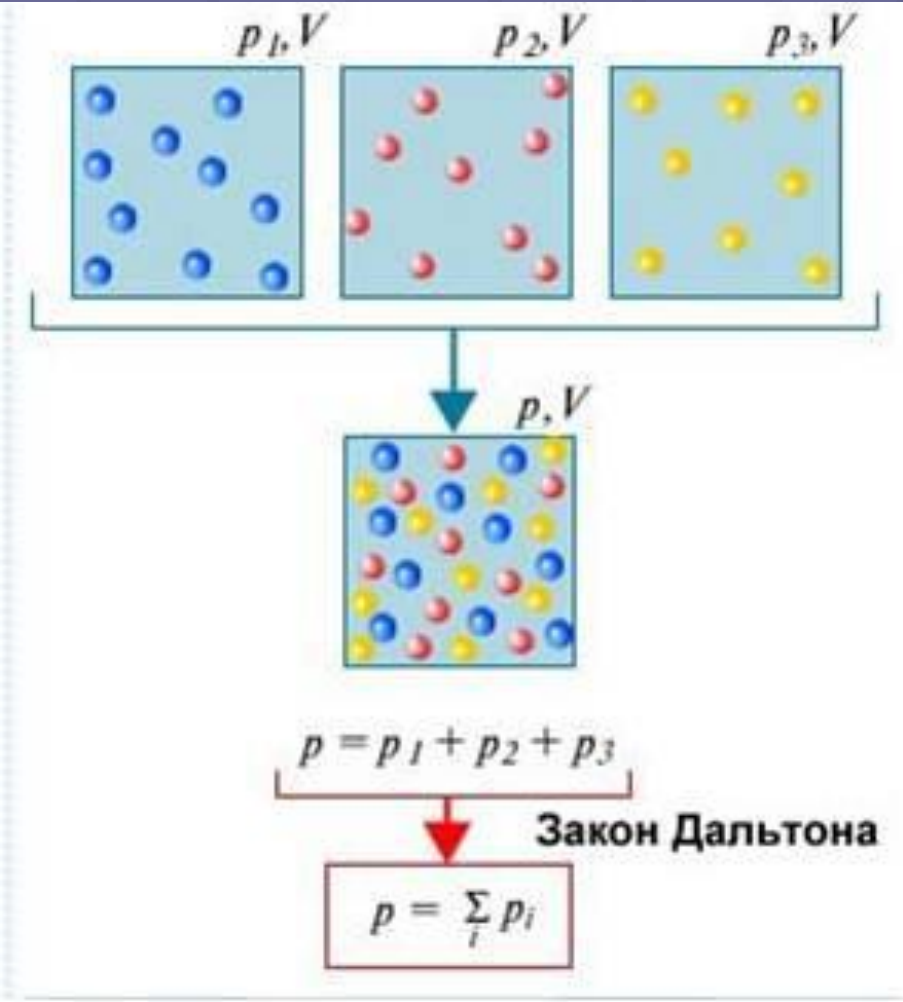
p – давление газа

n – концентрация

Основ

КТ газов

$$p =$$



$$\overline{\epsilon E_k}$$

- Давление — это результат ударов молекул о стенки сосуда, пропорциональный средней кинетической энергии движения молекул
- где $n = N/V$ — концентрация молекул в единице объема
- Закон Дальтона — закон сложения невзаимодействующих парциальных давлений

и третям
тельного
единице объема

е. число

мически
ме их

$$p = p_1 + p_2 + p_3$$

Абсолютная температура

- **Температура** характеризует степень нагретости тела.
- **Тепловое равновесие** – это такое состояние системы тел, находящихся в тепловом контакте, при котором не происходит теплопередачи от одного тела к другому, и все макроскопические параметры тел остаются неизменными.
- **Температура** – это физический параметр, одинаковый для всех тел, находящихся в тепловом равновесии.
- Для измерения температуры используются физические приборы – **термометры**.
- Существует минимально возможная температура, при которой прекращается хаотическое движение молекул. Она называется **абсолютным нулем температуры**.
- Температурная шкала Кельвина называется **абсолютной шкалой температур**.

$$T = t + 273$$

Абсолютная температура

- **Средняя кинетическая энергия** хаотического движения молекул газа прямо пропорциональна **абсолютной температуре**.

$$\bar{E} = \frac{3}{2}kT$$

$$p = \frac{2}{3}n\bar{E} \Rightarrow p = nkT$$

- k – **постоянная Больцмана** – связывает температуру в энергетических единицах с температурой в кельвинах
- Температура есть **мера** средней кинетической энергии поступательного движения молекул.
- При одинаковых давлениях и температурах концентрация молекул у всех газов одинакова
- **Закон Авогадро**: в равных объемах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул

Уравнение Менделеева-Клапейрона

- **Уравнение состояния идеального газа** – это зависимость между параметрами идеального газа – давлением, объемом и абсолютной температурой, определяющими его состояние.

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

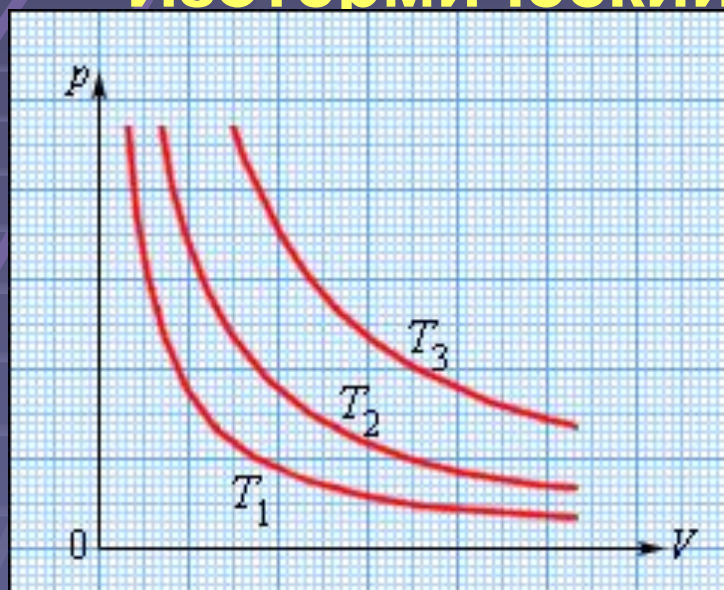
$$R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

- **R - универсальная газовая постоянная.**
- **Закон Авогадро:** один моль любого газа при нормальных условиях занимает один и тот же объем V_0 , равный **$0,0224 \text{ м}^3/\text{моль}$** .
- Из уравнения состояния вытекает связь между давлением, объемом и температурой идеального газа, который может находиться в двух любых состояниях.
- **Уравнение Клапейрона**

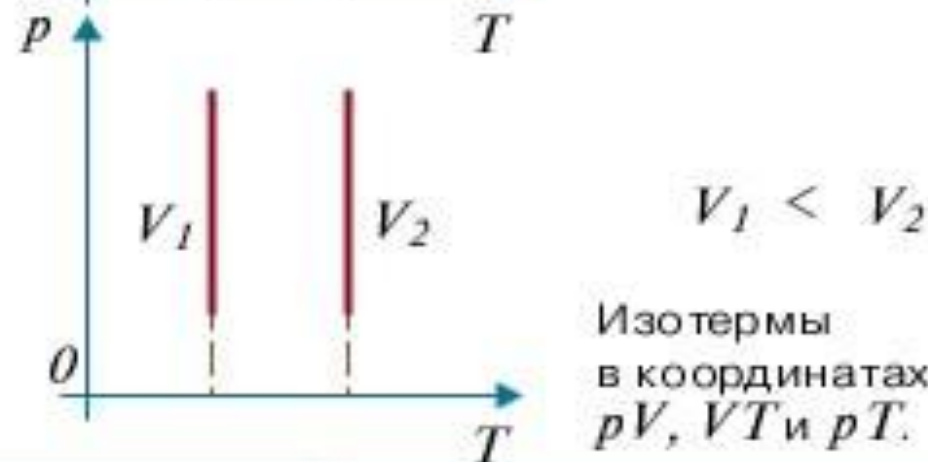
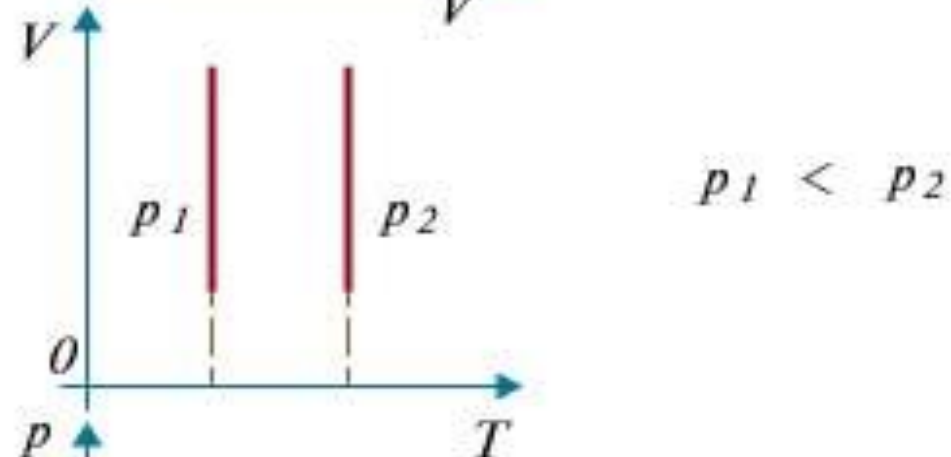
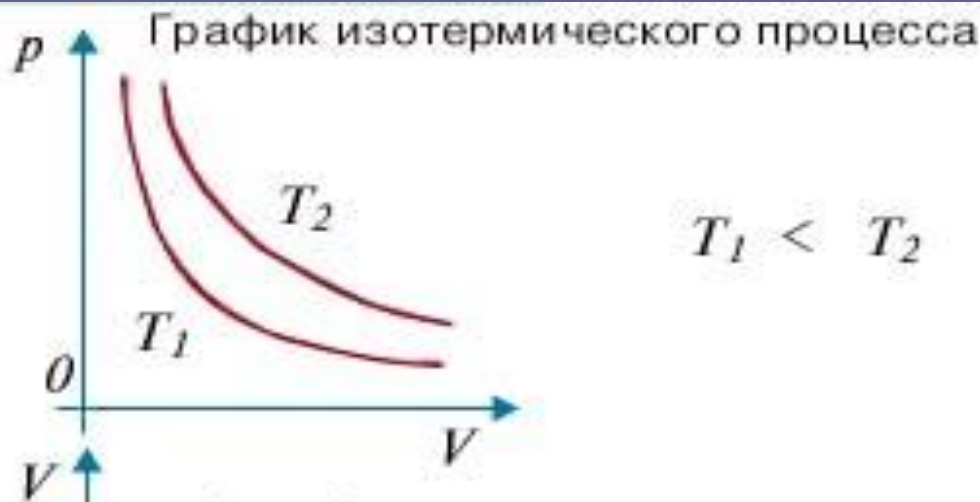
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const.}$$

Изо

- **Изопроцессы** – это процессы, в которых один из параметров состояния остается неизменным.
- **Изотермический**

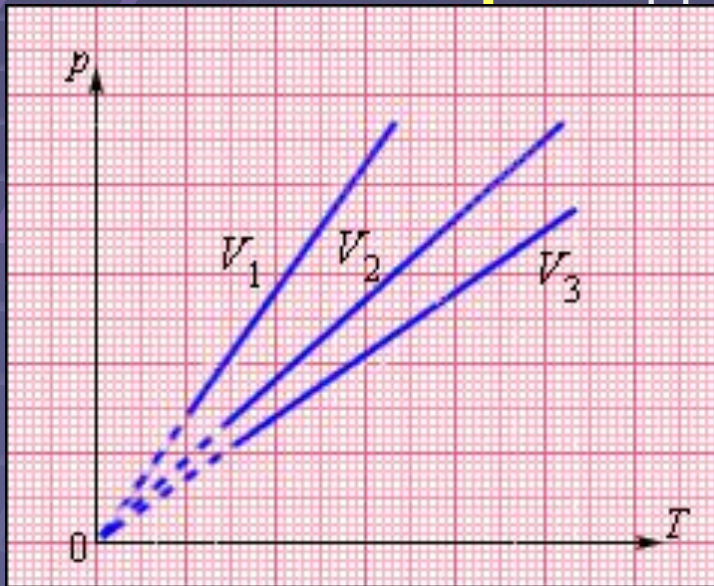


$$T_3 > T_2 > T_1$$

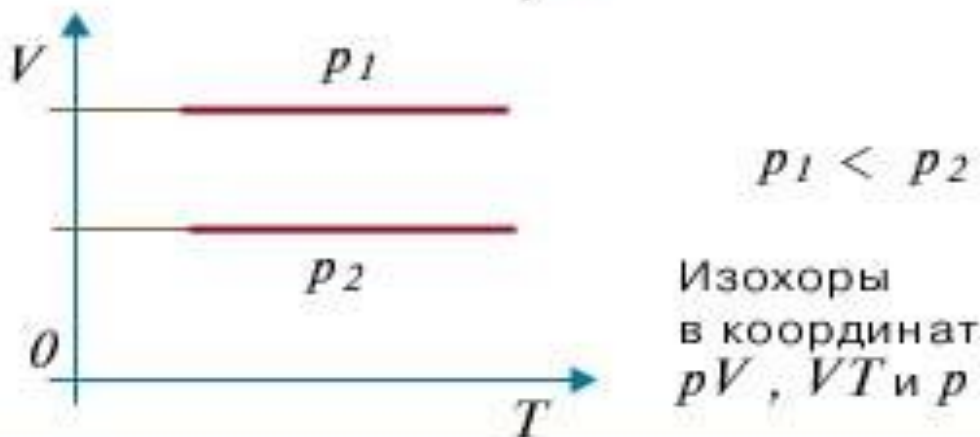
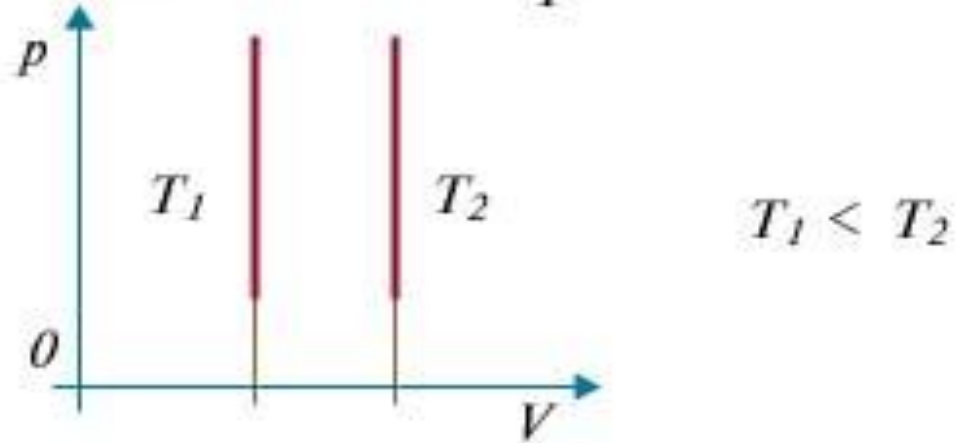
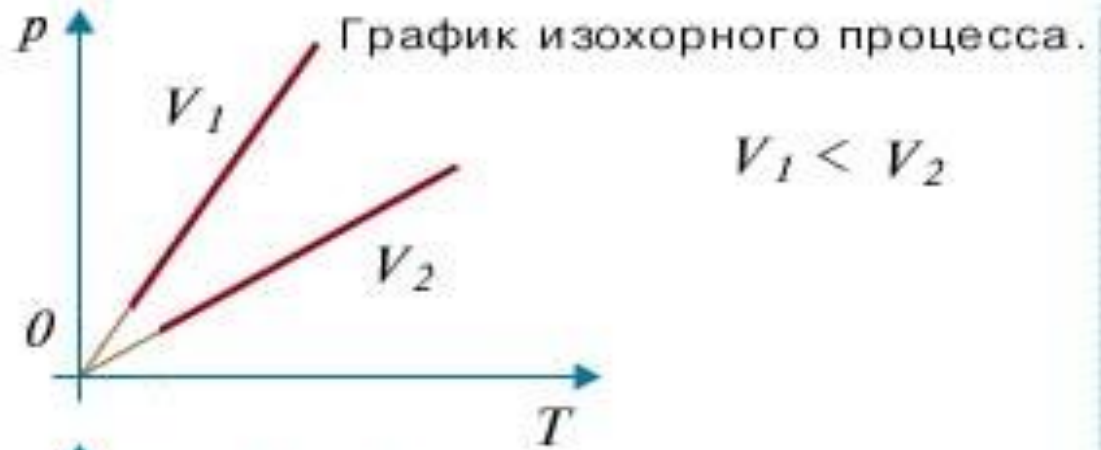


Из

- **Изохорный процесс** — процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном объеме.
- **Закон Шарля:** для

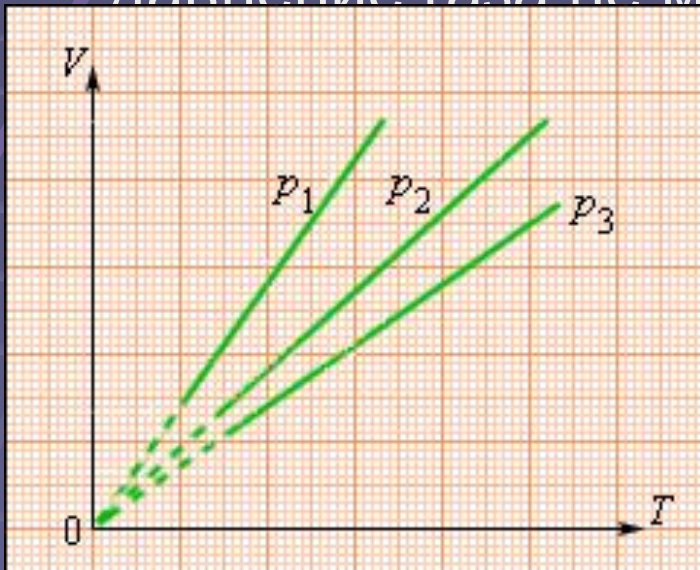


$$V_3 > V_2 > V_1$$

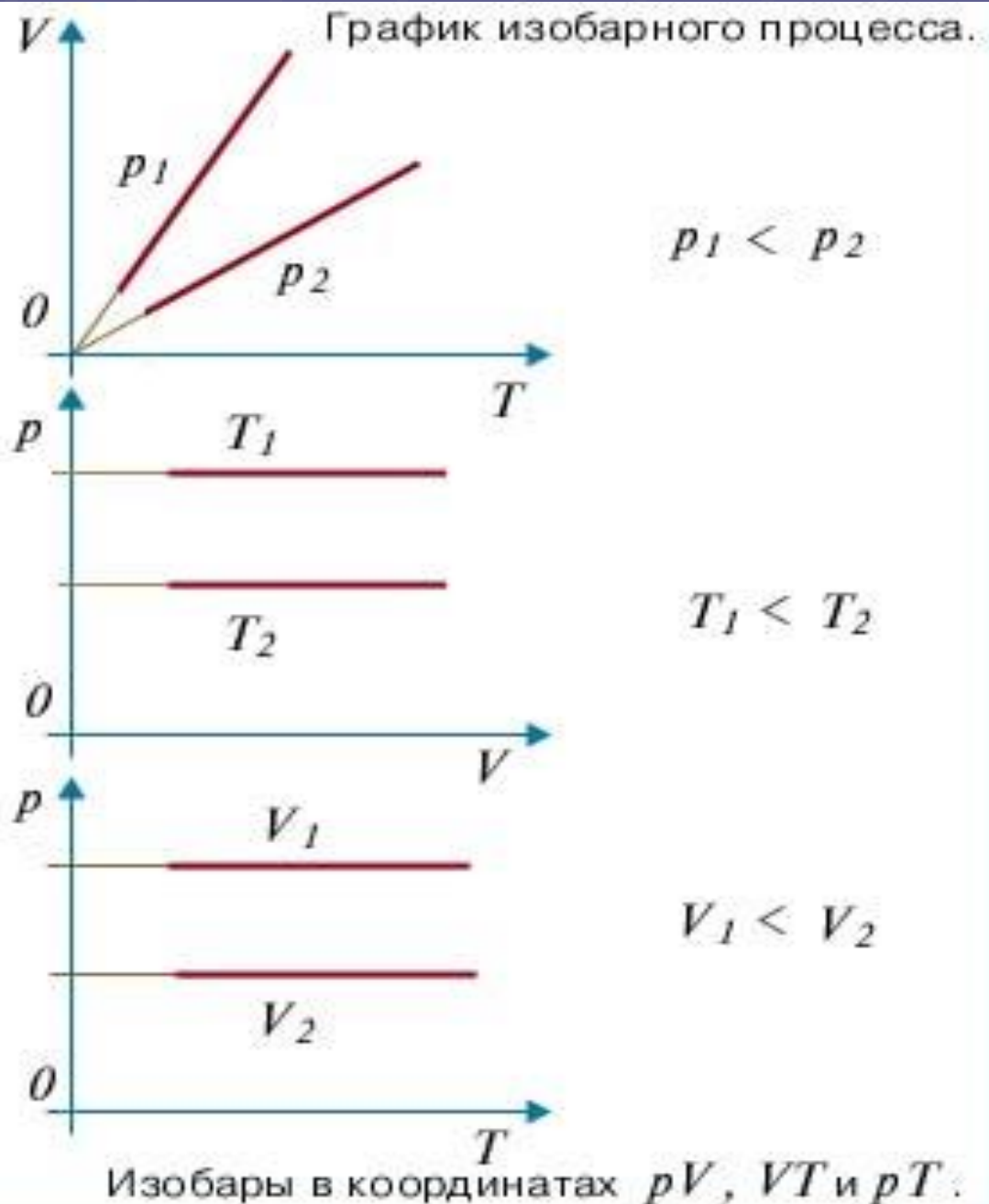


Из

- **Изобарный** процесс — процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном давлении.
- **Закон Гей-Люссака** — прямое пропорциональное отношение объема газа к его давлению, если температура не меняется.



$$p_3 > p_2 > p_1$$



Взаимные превращения жидкостей и газов

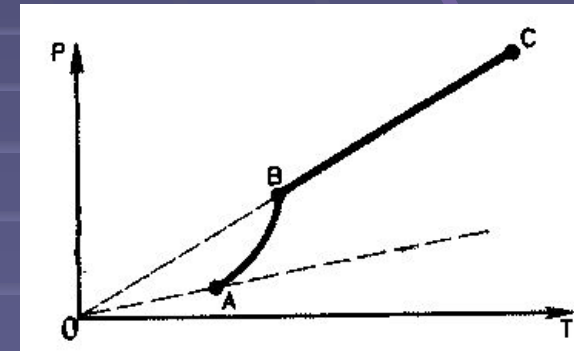
- **Парообразование** – это переход вещества из жидкого состояния в газообразное.
- **Конденсация** – переход вещества из газообразного состояния в жидкое.
- **Испарение** – это парообразование, происходящее со свободной поверхности жидкости.
- С точки зрения молекулярно-кинетической теории, испарение – это процесс, при котором с поверхности жидкости вылетают наиболее быстрые молекулы, кинетическая энергия которых превышает энергию их связи с остальными молекулами жидкости. Это приводит к уменьшению средней кинетической энергии оставшихся молекул, т. е. к **охлаждению жидкости**.
- При конденсации происходит выделение некоторого количества теплоты в окружающую среду.

Взаимные превращения жидкостей и газов

Насыщенные и ненасыщенные пары

- В закрытом сосуде жидкость и ее пар могут находиться в состоянии **динамического равновесия**, когда число молекул, вылетающих из жидкости, равно числу молекул, возвращающихся в жидкость из пара, т. е. когда скорости процессов испарения и конденсации одинаковы.
- Пар, находящийся в равновесии со своей жидкостью, называют **насыщенным**.
- Давление насыщенного пара p_0 данного вещества зависит только от его температуры и не зависит от объема
- Давление насыщенного пара растет не только в результате повышения температуры жидкости, но и вследствие увеличения концентрации молекул пара.

$$p_0 = nkT$$



Взаимные превращения жидкостей и газов

Кипение

- **Кипение** – это парообразование, происходящее по всему объему жидкости.
- Кипение жидкости начинается при такой температуре, при которой давление ее насыщенных паров становится равным давлению в жидкости, которое складывается из давления воздуха на поверхность жидкости (внешнее давление) и гидростатического давления столба жидкости.
- У каждой жидкости своя температура кипения, которая зависит от давления насыщенного пара. Чем ниже давление насыщенного пара, тем выше температура кипения соответствующей жидкости



Влажность воздуха

- **Влажность воздуха** – это содержание в воздухе водяного пара.
- Чем больше водяных паров находится в определенном объеме воздуха, тем ближе пар к состоянию насыщения. Чем выше температура воздуха, тем большее количество водяных паров требуется для его насыщения.
- **Абсолютная влажность** – это плотность водяного пара, выраженная в кг/м³ или его **парциальное давление** - давление водяного пара, которое он производил бы, если бы все другие газы отсутствовали.
- **Относительная влажность воздуха** – это отношение абсолютной влажности воздуха к плотности насыщенного пара при той же температуре или это отношение парциального давления пара в воздухе к давлению насыщенного пара при той же температуре.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%; \varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$$

- Для определения влажности воздуха используют **гигрометры**: конденсационный и волосной; и **психрометр**.

Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация

- **Плавление** — переход вещества из твёрдого состояния в жидкое.
- **Отвердевание или кристаллизация** - переход вещества из жидкого состояния в твердое.
- Температура при которой вещество начинает плавиться называется **температурой плавления**.
- Во время плавления вещества его температура не изменяется, т.к. энергия, получаемая веществом, тратится на разрушение кристаллической решетки. При отвердевании образуется кристаллическая решетка, при этом энергия выделяется и температура вещества не изменяется.
- У аморфных тел нет определенной температуры плавления.



Термодинамика

- **Термодинамика** – это теория тепловых процессов, в которой не учитывается молекулярное строение тел.

Основные понятия термодинамики:

- **Макроскопическая система** – система, состоящая из большого числа частиц.
- **Замкнутая система** – система, изолированная от любых внешних воздействий.
- **Равновесное состояние** – это состояние макроскопической системы, при котором параметры, характеризующие ее состояние, остаются неизменными во всех частях системы.
- **Процессом** в термодинамике называется изменение состояния тела со временем.

Внутренняя энергия

- **Внутренняя энергия тела** – это сумма кинетической энергии всех его молекул и потенциальной энергии их взаимодействия.
- Внутренняя энергия идеального газа определяется только кинетической энергией беспорядочного поступательного движения его молекул.

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

$$U = \frac{3}{2} pV$$

- Внутренняя энергия идеального одноатомного газа прямо пропорциональна его температуре.
- Внутреннюю энергию можно изменить двумя способами: совершением работы и теплопередачей.

Теплопередача



Количество теплоты

- **Количеством теплоты** называют количественную меру изменения внутренней энергии тела при теплообмене (теплопередаче).
- Количество теплоты, необходимое для нагревания тела или выделяемого им при охлаждении:
- **c – удельная теплоемкость** – физическая величина, показывающая, какое количество теплоты требуется для нагревания 1 кг вещества на 1 °С.
- Количество теплоты, выделяемое при полном сгорании топлива.
- **q – удельная теплота сгорания** – величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг.

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

$$Q = qm$$

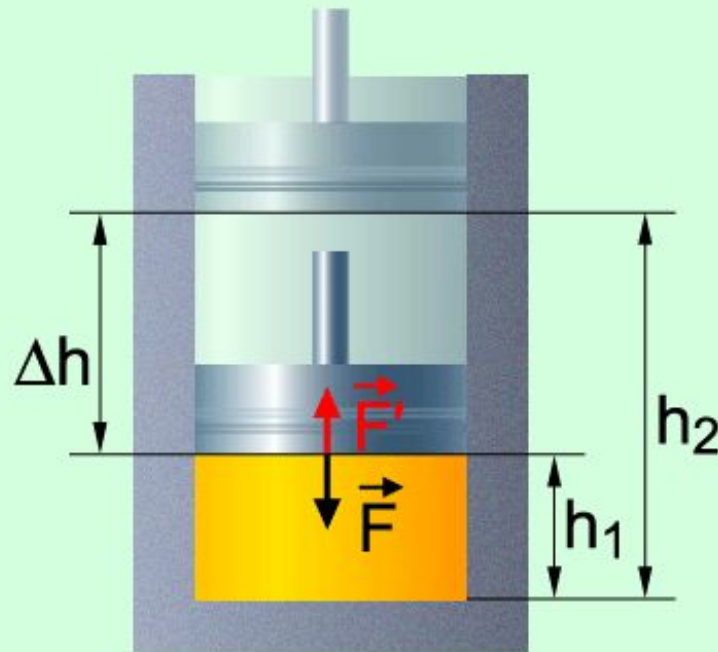
Количество теплоты

- Количество теплоты, необходимое для плавления кристаллического тела или выделяемое телом при отвердевании.
- **λ – удельная теплота плавления** – величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо сообщить кристаллическому телу массой 1 кг, чтобы при температуре плавления полностью перевести его в жидкое состояние.
- Количество теплоты, необходимое для полного превращения жидкого вещества в пар или выделяемое телом при конденсации.
- **r или L – удельная теплота парообразования** – величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо, чтобы обратить жидкость массой 1 кг в пар без изменения температуры.

$$Q = \lambda m$$

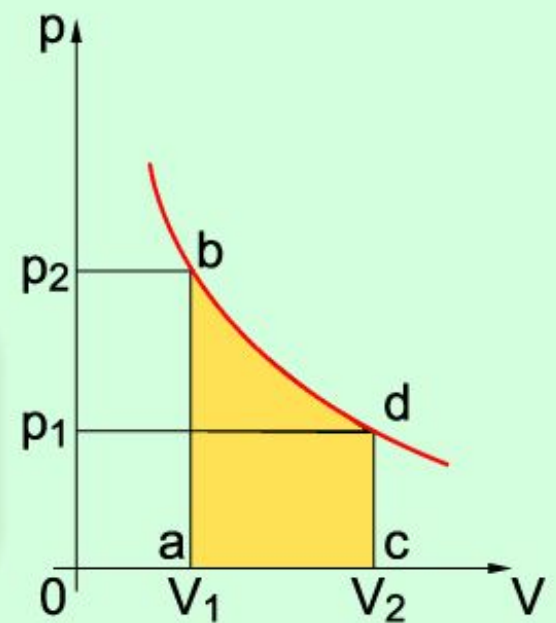
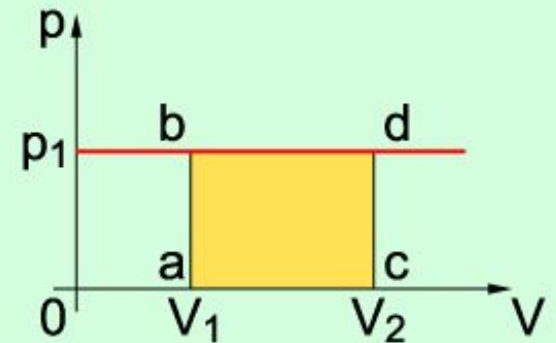
$$Q = rm; Q = Lm$$

Работа в термодинамике



$$A' = F' \Delta h = pS(h_2 - h_1) = p(S h_2 - S h_1)$$

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



Первый закон термодинамики

- **Первый закон термодинамики** – это закон сохранения и превращения энергии для термодинамической системы.
- Изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе.

$$\Delta U = A + Q$$

- Если работу совершает система, а не внешние силы:

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

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

Применение первого закона термодинамики к различным процессам

- **Изобарный процесс.**

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

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

- **Изохорный процесс:** $V = \text{const} \Rightarrow A = 0$

- Изменение внутренней энергии равно количеству переданной теплоты.

$$\Delta U = Q$$

- **Изотермический процесс:** $T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0$

- Все переданное газу количество теплоты идет на совершение работы.

$$Q = A'$$

- **Адиабатный процесс:** протекает в системе, которая не обменивается теплотой с окружающими телами, т.е. $Q = 0$

- Изменение внутренней энергии происходит только за счет совершения работы.

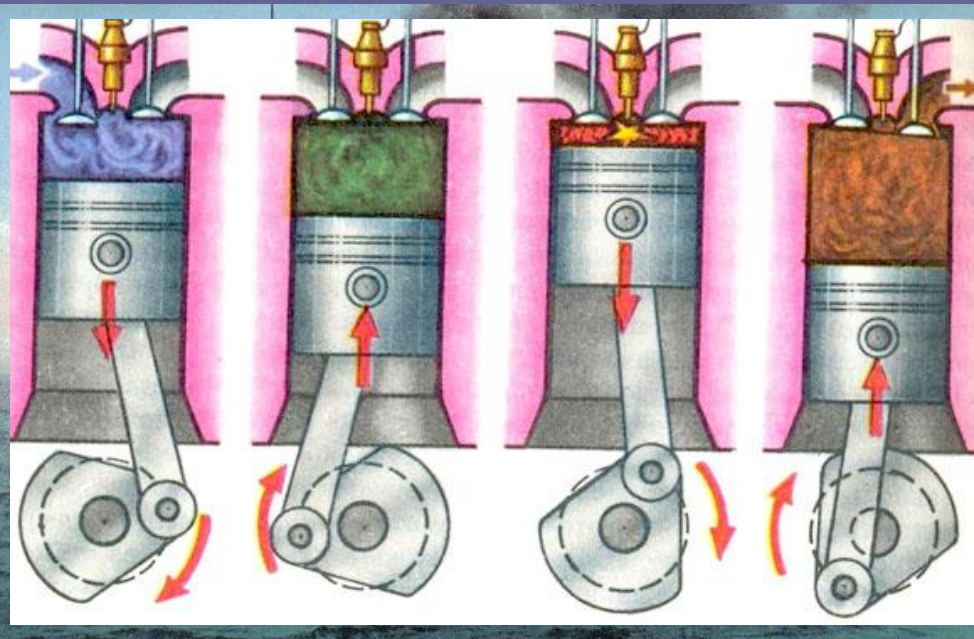
$$\Delta U = A$$

Второй закон термодинамики

- Все процессы самопроизвольно протекают в одном определенном направлении. Они необратимы. Теплота всегда переходит от горячего тела к холодному, а механическая энергия макроскопических тел – во внутреннюю.
- Направление процессов в природе указывает **второй закон термодинамики.**
- Р. Клаузиус (1822 – 1888): **невозможно перевести теплоту от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или в окружающих телах.**

КПД тепло

- **Тепловые двигатели** – устройства, превращающие внутреннюю энергию топлива в механическую.
- Рабочим телом у всех ТД является газ, который получает при сгорании топлива количество теплоты Q_1 , совершает работу A' при расширении. Количество теплоты Q_2 неизбежно передается холодильнику, т.е. теряется.



СТВИЯ

$$\eta = \frac{A'}{|Q_1|} = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|}$$

о с
него
ый

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

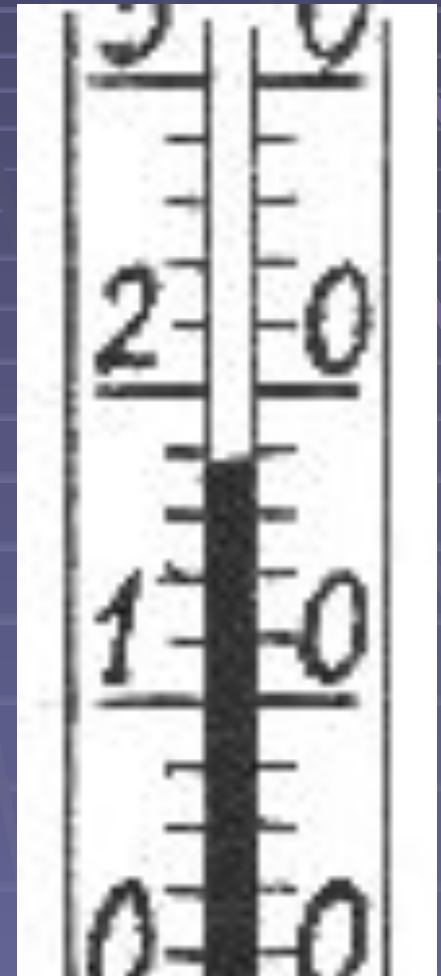
Рассмотрим задачи:

Согласно расчетам, температура жидкости должна быть равна 143 К. Между тем термометр в сосуде показывает температуру не более -130°C . Это означает, что

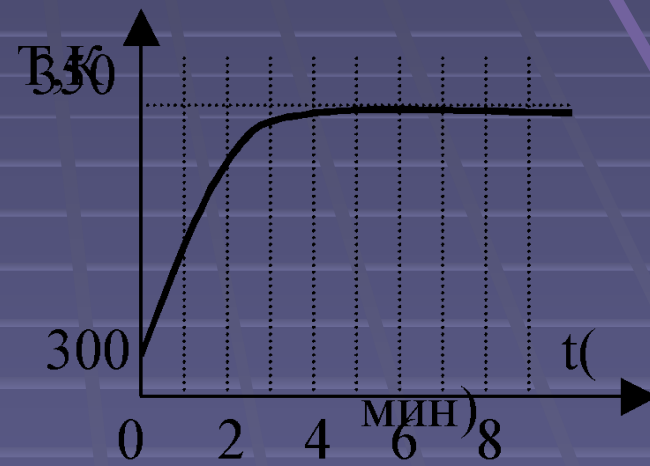
1. термометр не рассчитан на высокие температуры и требует замены
2. термометр показывает более высокую температуру
3. термометр показывает более низкую температуру
4. термометр показывает расчетную температуру

На рисунке показана часть шкалы термометра, висящего за окном. Температура воздуха на улице равна

1. 18°C .
2. 19°C .
3. 21°C .
4. 22°C .



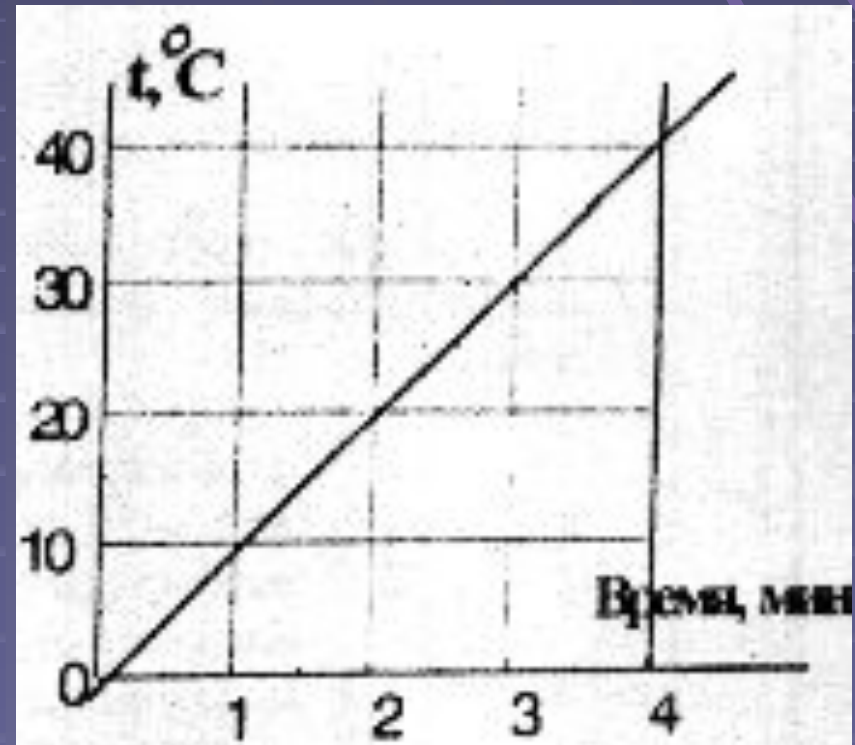
Кастрюлю с водой поставили на газовую плиту. Газ горит постоянно. Зависимость температуры воды от времени представлена на графике. График позволяет сделать вывод, что



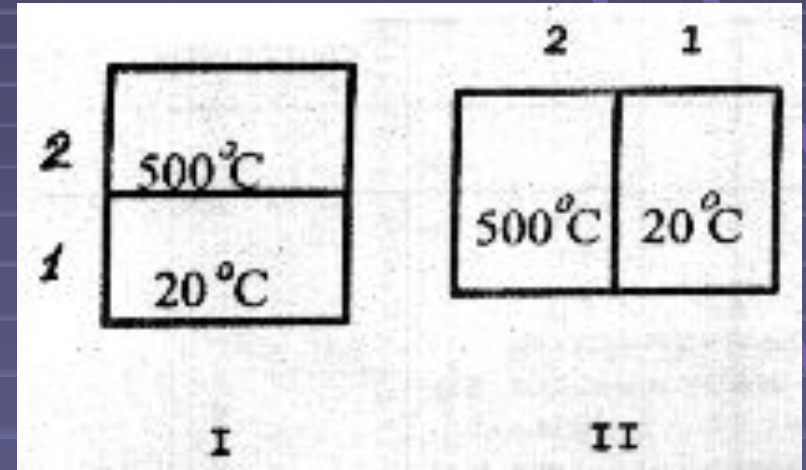
1. теплоемкость воды увеличивается со временем
2. через 5 минут вся вода испарилась
3. при температуре 350 К вода отдает воздуху столько тепла, сколько получает от газа
4. через 5 минут вода начинает кипеть

Экспериментально исследовалось, как меняется температура t некоторой массы воды в зависимости от времени ее нагревания. По результатам измерений построен график, приведенный на рисунке. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

1. Вода переходит из твердого состояния в жидкое при 0°C .
2. Вода кипит при 100°C .
3. Теплоемкость воды равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.
4. Чем дольше нагревается вода, тем выше ее температура.

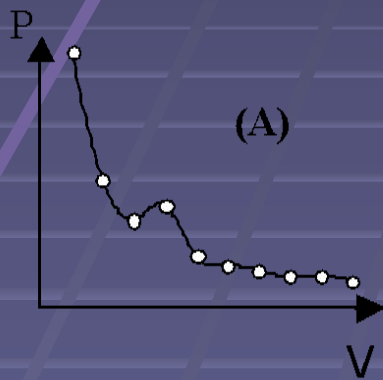


Тела, имеющие разные температуры, приведены в соприкосновение двумя способами (I и II). Какое из перечисленных ниже утверждений является верным?

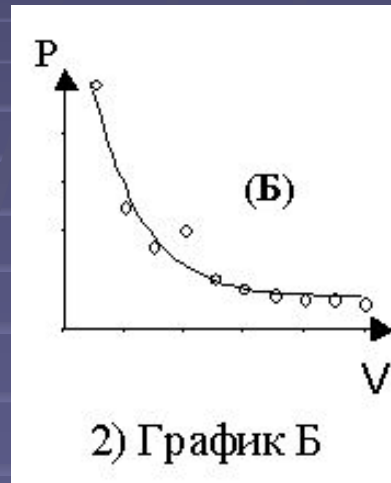


1. В положении I теплопередача осуществляется от тела 1 к телу 2.
2. В положении II теплопередача осуществляется от тела 1 к телу 2.
3. В любом положении теплопередача осуществляется от тела 2 к телу 1.
4. Теплопередача осуществляется только в положении II.

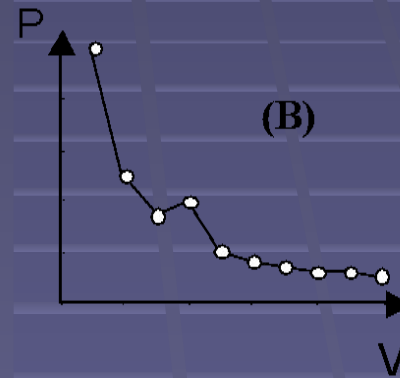
При исследовании зависимости давления газа от объема были получены некоторые данные. Какой график правильно проведен по экспериментальным точкам?



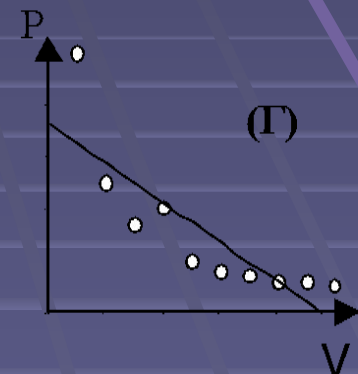
1) График А



2) График Б



3)



4)

Какой из перечисленных ниже опытов (А, Б или В) подтверждает вывод молекулярно-кинетической теории о том, что скорость молекул растет при увеличении температуры?

А. Интенсивность броуновского движения растет с повышением температуры.

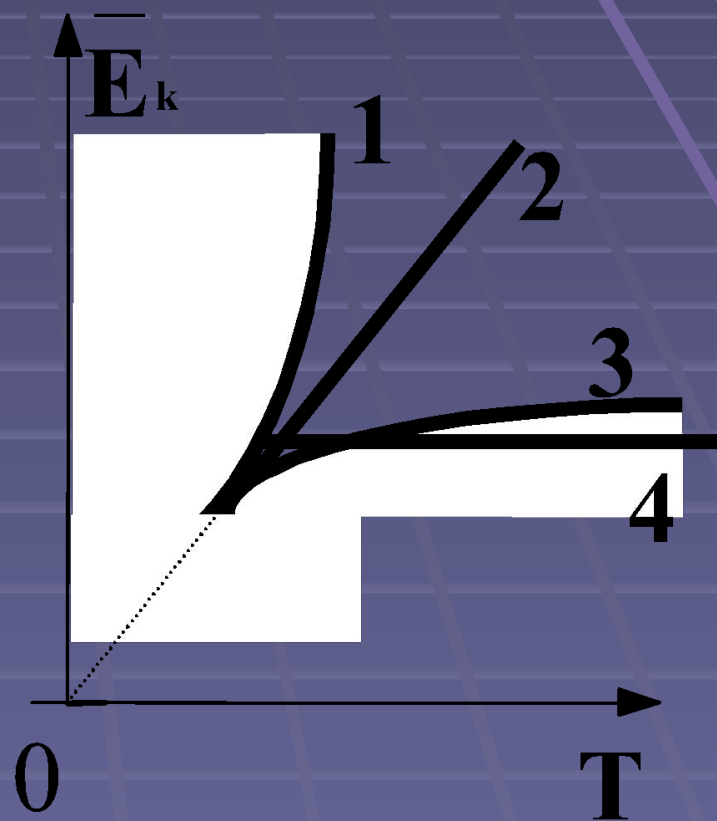
Б. Давление газа в сосуде растет с повышением температуры.

В. Скорость диффузии красителя в воде повышается с ростом температуры.

1. только А
2. только Б
3. только В
4. А, Б и В

Какой график (см. рис.) – верно изображает зависимость средней кинетической энергии частиц идеального газа от абсолютной температуры?

- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3
- 4. 4



В баллоне находится 6 моль газа. Сколько примерно молекул газа находится в баллоне?

1) $6 \cdot 10^{23}$

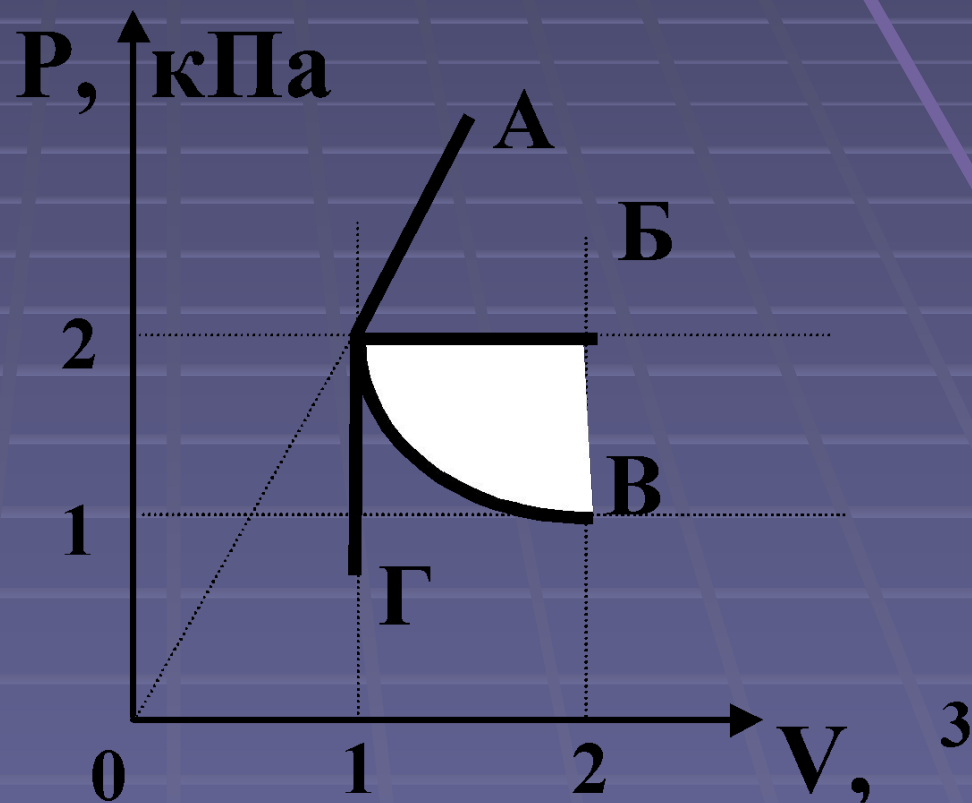
2) $12 \cdot 10^{23}$

3) $36 \cdot 10^{26}$

4) $36 \cdot 10^{23}$

Какой из графиков, изображенных на рисунке соответствует процессу, проведенному при постоянной температуре газа?

1. А
2. Б
3. В
4. Г



При испарении жидкость остывает. Молекулярно-кинетическая теория объясняет это тем, что чаще всего жидкость покидают молекулы, кинетическая энергия которых

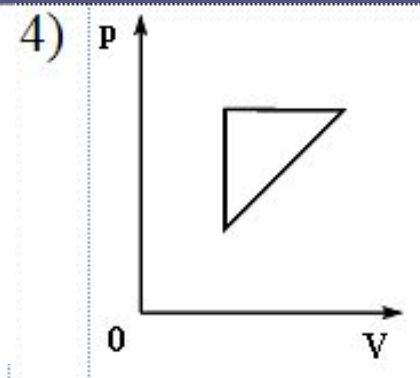
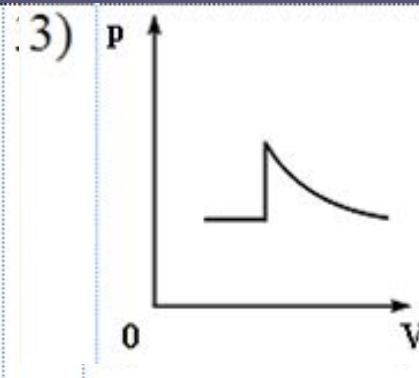
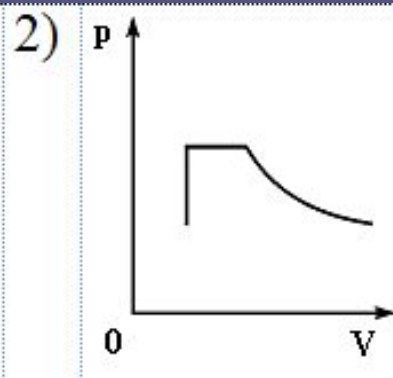
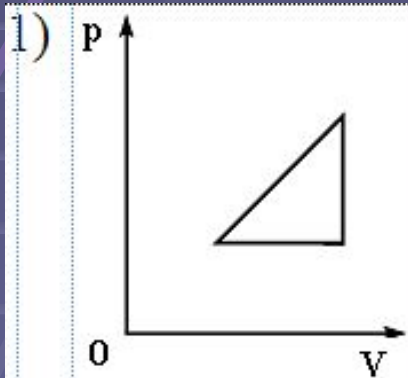
1. равна средней кинетической энергии молекул жидкости
2. превышает среднюю кинетическую энергию молекул жидкости
3. меньше средней кинетической энергии молекул жидкости
4. равна суммарной кинетической энергии молекул жидкости

При сжатии идеального газа объем уменьшился в 2 раза, а температура газа увеличилась в 2 раза. Как изменилось при этом давление газа?

1. Увеличилось в 4 раза
2. Уменьшилось в 2 раза
3. Увеличилось в 2 раза
4. Не изменилось

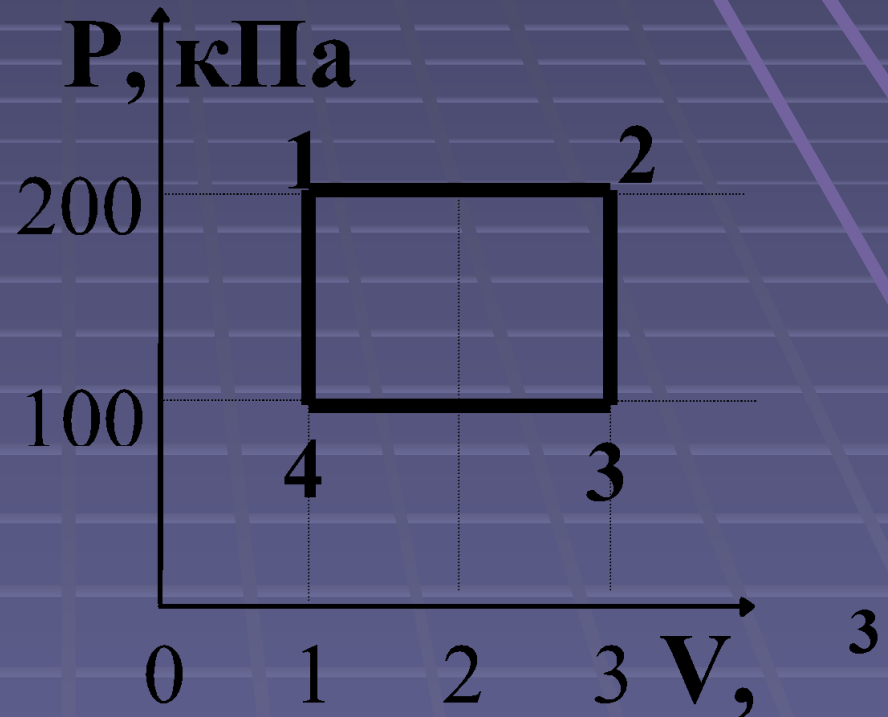
$$\frac{pV}{T} = const \Rightarrow p = \frac{const \cdot T}{V}$$

Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях p – V соответствует этим изменениям состояния газа?



Какова температура идеального газа в точке 2, если в точке 4 она равна 200К

1. 200 К
2. 400 К
3. 600 К
4. 1200 К



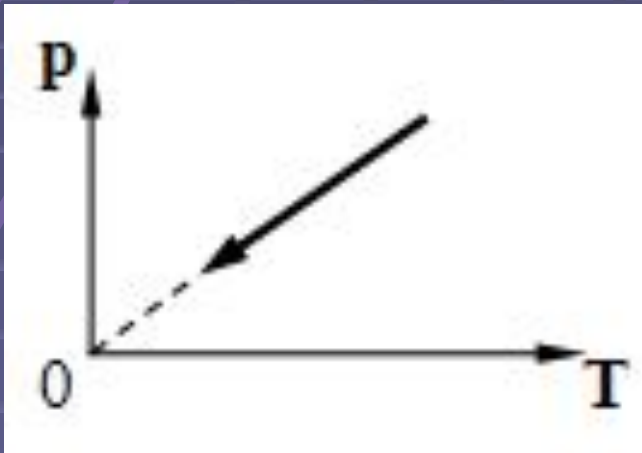
$$\frac{p_4 V_4}{T_4} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2}{p_4 V_4} \cdot T_4 = \frac{200 \cdot 3 \cdot 200}{100 \cdot 1} = 1200 \text{ K}$$

При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 3 раза. При этом давление газа

1. уменьшилось в 3 раза
2. увеличилось в 3 раза
3. увеличилось в 9 раз
4. не изменилось

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}$$

На рисунке изображен график зависимости давления газа на стенки сосуда от температуры. Какой процесс изменения состояния газа изображен?



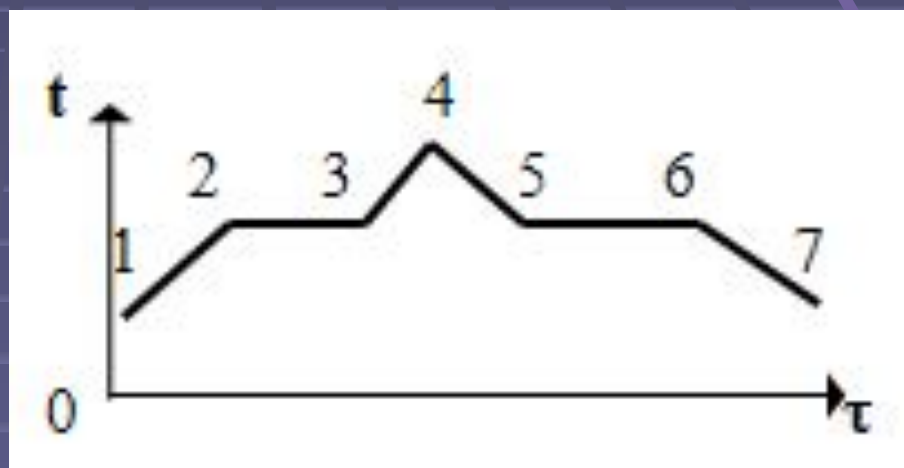
1. изобарное нагревание
2. изохорное охлаждение
3. изотермическое сжатие
4. изохорное нагревание

Температура кипения воды зависит от

1. мощности нагревателя
2. вещества сосуда, в котором нагревается вода
3. атмосферного давления
4. начальной температуры воды

На рисунке изображен график плавления и кристаллизации нафталина. Какая из точек соответствует началу отвердевания вещества?

1. точка 2
2. точка 4
3. точка 5
4. точка 6



Весной при таянии льда в водоеме температура окружающего воздуха

1. уменьшается
2. увеличивается
3. не изменяется
4. может увеличиваться или уменьшаться

Идеальному газу сообщили количество теплоты 400 Дж. Газ расширился, совершив работу 600 Дж. Внутренняя энергия газа при этом

1. увеличилась на 1000 Дж
2. увеличилась на 200 Дж
3. уменьшилась на 1000 Дж
4. уменьшилась на 200 Дж

$$Q = A' + \Delta U \Rightarrow \Delta U = Q - A' = 400 - 600 = -200 \text{ Дж}$$

Как изменяется внутренняя энергия кристаллического вещества в процессе его плавления?

1. увеличивается для любого кристаллического вещества
2. уменьшается для любого кристаллического вещества
3. для одних кристаллических веществ увеличивается, для других – уменьшается
4. не изменяется

При какой влажности воздуха человек легче переносит высокую температуру воздуха и почему?

1. при низкой, так как при этом пот испаряется быстро
2. при низкой, так как при этом пот испаряется медленно
3. при высокой, так как при этом пот испаряется быстро
4. при высокой, так как при этом пот испаряется медленно

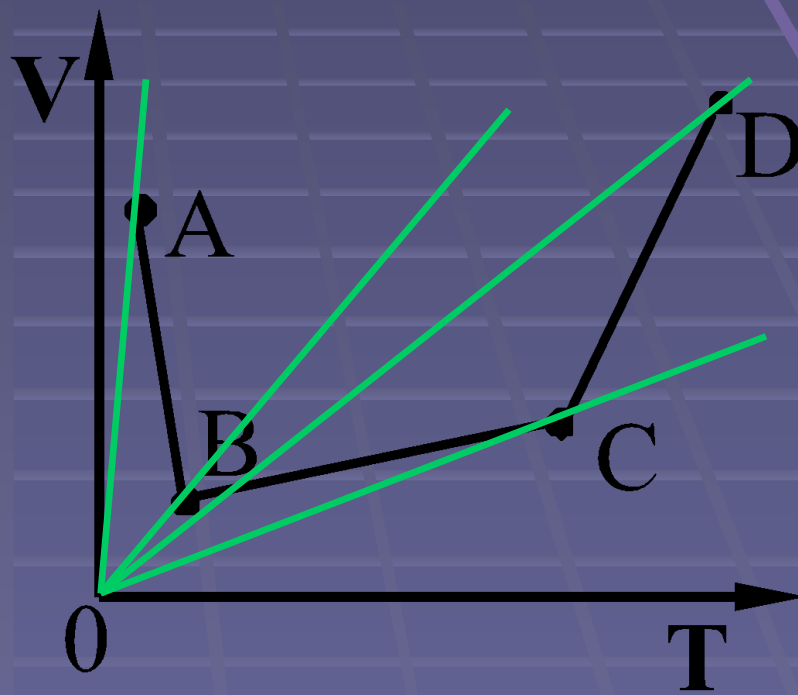
Экспериментаторы закачивают воздух в стеклянный сосуд, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а его давление возросло в 3 раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

1. в 2 раза
2. в 3 раза
3. в 6 раз
4. в 1,5 раза

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

В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. График зависимости объема газа от температуры при изменении его состояния представлен на рисунке. В каком состоянии давление газа наибольшее?

1. A
2. B
3. C
4. D



3 моль водорода находятся в сосуде при температуре T . Какова температура 3 моль кислорода в сосуде того же объема и при том же давлении? (Водород и кислород считать идеальными газами.)

1. $32T$

2. $16T$

3. $2T$

4. T

$$pV = \nu RT$$

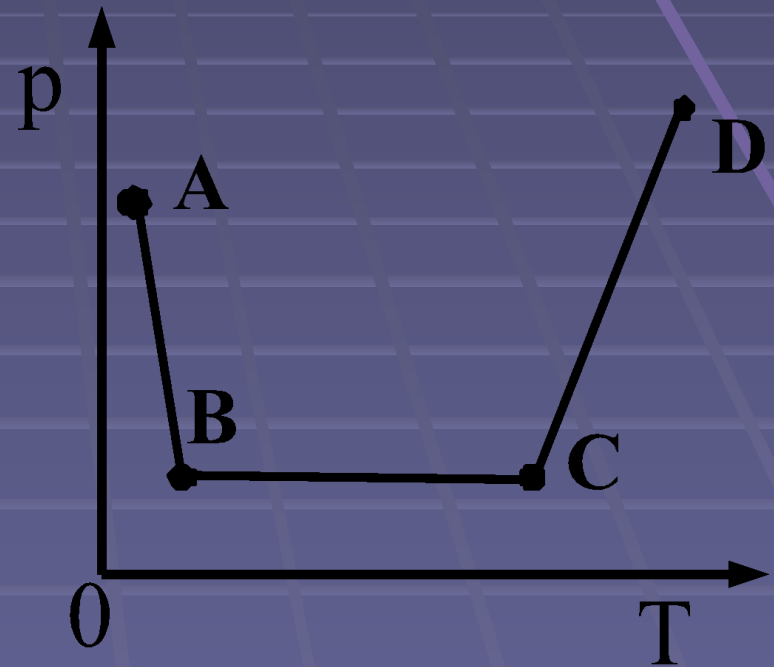
При одинаковой температуре 100°C давление насыщенных паров воды равно 10^5 Па, аммиака — $59 \cdot 10^5$ Па и ртути — 37 Па. В каком из вариантов ответа эти вещества расположены в порядке убывания температуры их кипения в открытом сосуде?

1. вода \rightarrow аммиак \rightarrow ртуть
2. аммиак \rightarrow ртуть \rightarrow вода
3. вода \rightarrow ртуть \rightarrow аммиак
4. ртуть \rightarrow вода \rightarrow аммиак

В сосуде постоянного объема находится идеальный газ, массу которого изменяют. На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния газа. В какой из точек диаграммы масса газа наибольшая?

1. A
2. B
3. C
4. D

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

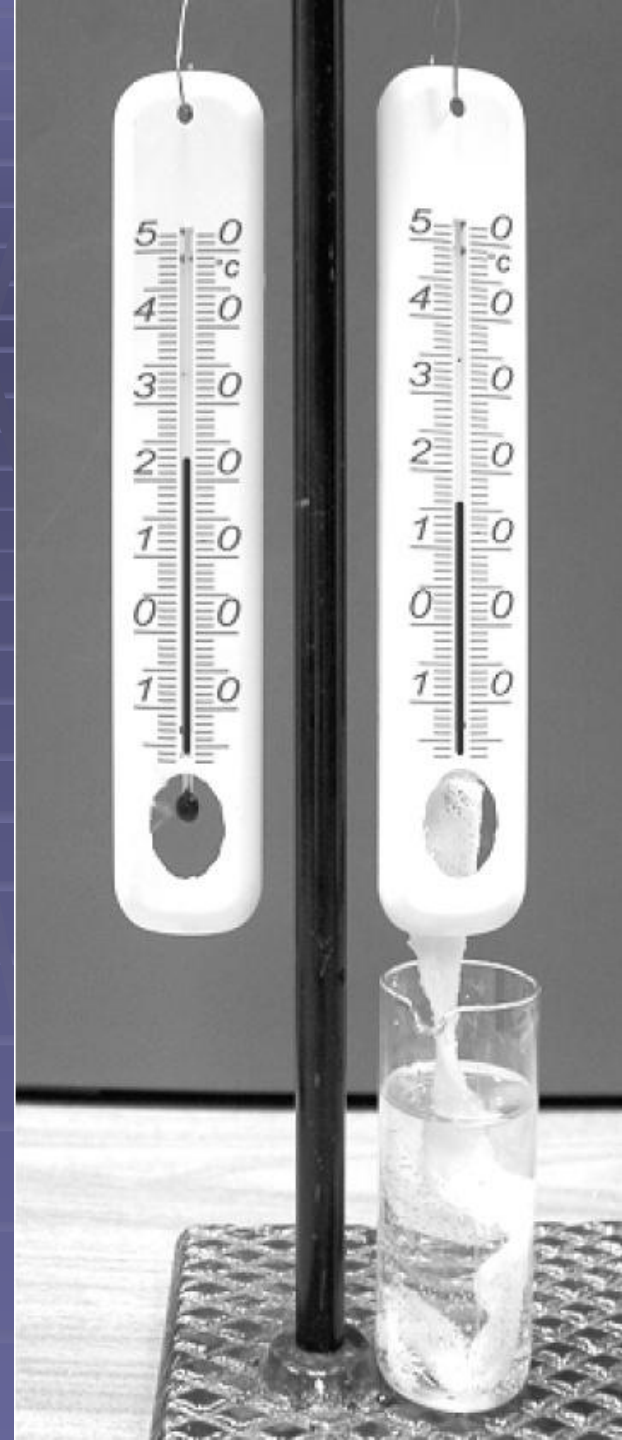


На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха. Ниже приведена психрометрическая таблица, в которой влажность указана в процентах.

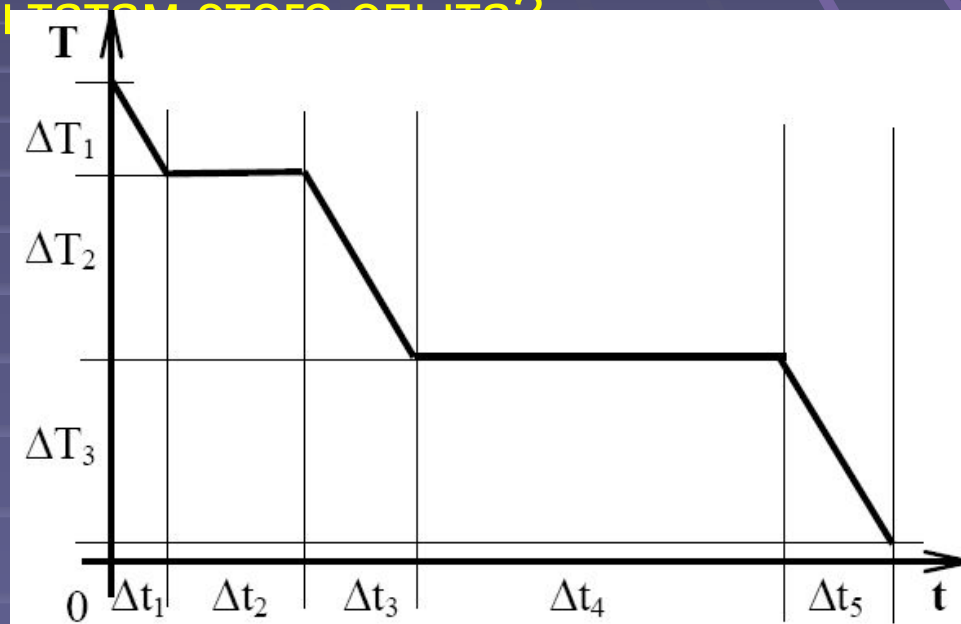
Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна

t сух. терм °C	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

1. 37%
2. 40%
3. 48%
4. 59%



На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость льда по результатам этого опыта?



1) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m}$

2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$

3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$

4) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$

Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	95	88	81	80	80	80	77	72

В стакане через 7 мин после начала измерений находилось вещество

1. только в жидком состоянии
2. только в твердом состоянии
3. и в жидком, и в твердом состояниях
4. и в жидком, и в газообразном состояниях

Используя первый закон термодинамики, установите соответствие между описанными в первом столбце особенностями изопроцесса в идеальном газе и его названием.

ОСОБЕННОСТИ ИЗОПРОЦЕССА	НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА
А) Все переданное газу количество теплоты идет на совершение работы, а внутренняя энергия газа остается неизменной.	1) изотермический
Б) Изменение внутренней энергии газа происходит только за счет совершения работы, так как теплообмен с окружающими телами отсутствует.	2) изобарный
	3) изохорный
	4) адиабатный

А	Б
1	4

В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура газов в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

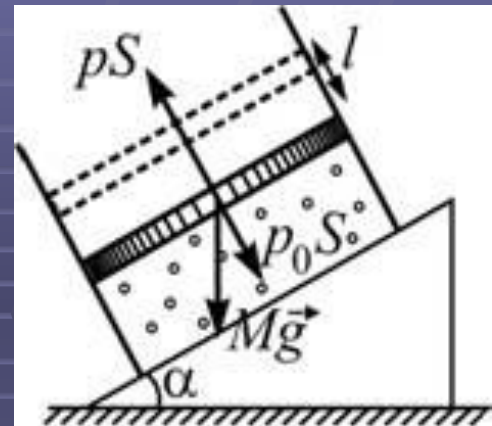
- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

Парциальное давление первого газа	Парциальное давление второго газа	Давление смеси газов в сосуде
1	2	3

1. После помещения банки на огонь вода в ней нагревалась через тонкую стенку банки от горячих продуктов горения газа. При этом с ростом температуры вода испарялась, и возрастало давление ее паров в банке, которые постепенно вытесняли из нее воздух. Когда вода закипела и почти вся испарилась, воздуха внутри банки практически не осталось. Давление насыщенных паров в банке при этом стало равно внешнему атмосферному давлению.
2. Когда банку сняли с огня, закрыли крышкой и охладили холодной водой почти до комнатной температуры, горячие пары воды внутри банки остыли и практически целиком сконденсировались на ее стенках, отдавая теплоту конденсации наружу, холодной воде, благодаря процессу теплопроводности через стенки.

1. В соответствии с уравнением Клапейрона–Менделеева давление пара в банке резко упало – во-первых, из-за уменьшения массы оставшегося в банке пара, и, во-вторых – из-за падения его температуры. Заметим, что резкое уменьшение давления в банке можно объяснить и так: при понижении температуры до комнатной пары конденсируются, оставаясь насыщенными, но их давление становится намного меньше давления насыщенных паров воды при температуре кипения (примерно в 40 раз).
2. Поскольку при комнатной температуре давление насыщенных паров воды составляет лишь малую долю от атмосферного давления (не более 3–4%), тонкая банка после поливания ее водой окажется под действием разности этого большого внешнего давления и низкого давления пара внутри. По этой причине на банку начнут действовать большие сдавливающие силы, которые будут стремиться сплющить банку. Как только эти силы превысят предельную величину, которую могут выдержать стенки банки, то она сплющится и резко уменьшится в объеме.

- Согласно первому началу термодинамики количество теплоты, необходимое для плавления льда, $\Delta Q_1 = \lambda m$, где λ – удельная теплота плавления льда. ΔQ_2 – подведённое джоулево тепло: $\Delta Q_2 = \eta Pt$. В соответствии с заданными условиями $\Delta Q_1 = 66$ кДж и $\Delta Q_2 = 84$ кДж, а значит, $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$, и поставленная задача выполнима



- Согласно первому началу термодинамики, количество теплоты Q , переданное газу, идет на изменение его внутренней энергии ΔU и совершение этим газом работы A , то есть $Q = \Delta U + A$. При нагревании газа происходит его изобарное расширение. В этом процессе работа газа равна $A = p\Delta V$, где изменение объема газа $\Delta V = Sl = \pi R^2 l$. Из условия равновесия поршня (см. рисунок) найдем давление газа: $pS = p_0S + Mg \cos \alpha$, откуда

$$p = p_0 + \frac{Mg \cos \alpha}{S}$$

Тогда искомая величина равна

$$\Delta U = Q - \pi R^2 l \left(p_0 + \frac{Mg \cos \alpha}{\pi R^2} \right)$$

1. Берков, А.В. и др. Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2010, Физика [Текст]: учебное пособие для выпускников. ср. учеб. заведений / А.В. Берков, В.А. Грибов. – ООО "Издательство Астрель", 2009. – 160 с.

2. Касьянов, В.А. Физика, 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / В.А. Касьянов. – ООО "Дрофа", 2004. – 116 с.

3. Мякишев, Г.Я. и др. Физика. 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных школ / учебник для общеобразовательных школ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. – "Просвещение", 2009. – 166 с.

4. Открытая физика [текст, рисунки]/ <http://www.physics.ru>

5. Подготовка к ЕГЭ <http://egephizika>

6. Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика // [Электронный ресурс]// <http://fipi.ru/view/sections/92/docs/>

7. Физика в школе. Физика - 10 класс. Молекулярная физика. Молекулярно-кинетическая теория. Рисунки по физике/ <http://gannalv.narod.ru/mkt/>

8. Используемая литература Эта удивительная физика/ <http://sfiz.ru/page.php?id=39>