

Охлаждающие смеси

Возьмем в руки кусок сахара и коснемся им поверхности кипятка. Кипяток втянется в сахар и дойдет до наших пальцев. Однако мы не почувствуем ожога, как почувствовали бы, если бы вместо сахара был кусок ваты. Это наблюдение показывает, что растворение сахара сопровождается охлаждением раствора. Если бы мы хотели сохранить температуру раствора неизменной, то должны были бы подводить к раствору энергию. Отсюда следует, что при растворении сахара внутренняя энергия системы сахар-вода увеличивается.

То же самое происходит при растворении большинства других кристаллических веществ. Во всех подобных случаях внутренняя энергия раствора больше, чем внутренняя энергия взятых в отдельности кристалла и растворителя при той же температуре.

В примере с сахаром необходимое для его растворения количество теплоты отдает кипяток, охлаждение которого заметно даже по непосредственному ощущению.

Если растворение происходит в воде при комнатной температуре, то температура получившейся смеси в некоторых случаях может оказаться даже ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, хотя смесь и остается жидкой, поскольку температура застывания раствора может быть значительно ниже нуля. Этот эффект используют для получения сильно охлажденных смесей из снега и различных солей.

Снег, начиная таять при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, превращается в воду, в которой растворяется соль; несмотря на понижение температуры, сопровождающее растворение, получившаяся смесь не затвердевает. Снег, смешанный с этим раствором, продолжает таять, забирая энергию от раствора и, соответственно, охлаждая его. Процесс может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнута температура замерзания полученного раствора. Смесь снега и поваренной соли в отношении $2 : 1$ позволяет, таким образом, получить охлаждение до $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$; смесь снега с хлористым кальцием (CaCl_2) в отношении $7 : 10$ — до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. Внутренняя энергия раствора по сравнению с суммой внутренней энергии кристалла и растворителя при той же температуре в большинстве случаев больше.

2. Внутренняя энергия раствора по сравнению с суммой внутренней энергии кристалла и растворителя при той же температуре в большинстве случаев такая же.

3. Внутренняя энергия раствора по сравнению с суммой внутренней энергии кристалла и растворителя при той же температуре в большинстве случаев пренебрежимо мала.

4. Ноги будут мерзнуть меньше на заснеженном тротуаре.

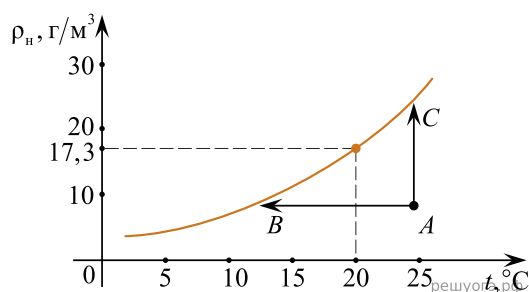
5. Ноги будут мерзнуть меньше на тротуаре, посыпанном солью.

Туман

При определенных условиях водяные пары, находящиеся в воздухе, частично конденсируются, в результате чего и возникают водяные капельки тумана. Капельки воды имеют диаметр от 0,5 до 100 мкм.

Возьмем сосуд, наполовину заполним водой и закроем крышкой. Наиболее быстрые молекулы воды, преодолев притяжение со стороны других молекул, выскакивают из воды и образуют пар над поверхностью воды. Этот процесс называется испарением воды. С другой стороны, молекулы водяного пара, сталкиваясь друг с другом и с другими молекулами воздуха, случайным образом могут оказаться у поверхности воды и перейти обратно в жидкость. Это конденсация пара. В конце концов, при данной температуре процессы испарения и конденсации взаимно компенсируются, то есть устанавливается состояние термодинамического равновесия. Водяной пар, находящийся в этом случае над поверхностью жидкости, называется насыщенным.

Если температуру повысить, то скорость испарения увеличивается, и равновесие устанавливается при большей плотности водяного пара. Таким образом, плотность насыщенного пара возрастает с увеличением температуры (см. рис.).



Для возникновения тумана необходимо, чтобы пар стал не просто насыщенным, а пересыщенным. Водяной пар становится насыщенным (и пересыщенным) при достаточном охлаждении (процесс AB) или в процессе дополнительного испарения воды (процесс AC). Соответственно выпадающий туман называют туманом охлаждения и туманом испарения.

Второе условие, необходимое для образования тумана, — это наличие ядер (центров) конденсации. Роль ядер могут играть ионы, мельчайшие капельки воды, пылинки, частички сажи и другие мелкие загрязнения. Чем больше загрязненность воздуха, тем большей плотностью отличаются туманы.

2. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. Из графика на рисунке видно, что при температуре 20 °C плотность насыщенного водяного пара равна 17,3 г/м³. Это означает, что при 20 °C в 1 м³ масса насыщенных паров воды составляет 17,3 г.

2. Из графика на рисунке видно, что при температуре 20 °C плотность насыщенного водяного пара равна 17,3 г/м³. Это означает, что при 20 °C в 17,3 м³ воздуха находится 1 г насыщенного водяного пара.

3. Туман испарения можно наблюдать только при процессе AC.

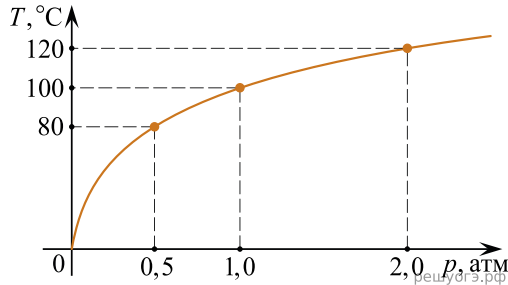
4. Туман испарения можно наблюдать только при процессах AB и AC.

5. Туман испарения нельзя наблюдать ни при процессе AB, ни при AC.

Гейзеры

Гейзеры располагаются вблизи действующих или недавно уснувших вулканов. Для извержения гейзеров необходима теплота, поступающая от вулканов.

Чтобы понять физику гейзеров, напомним, что температура кипения воды зависит от давления (см. рис.).



Зависимость температуры кипения воды от давления

Представим себе 20-метровую гейзерную трубку, наполненную горячей водой. По мере увеличения глубины температура воды растет. Одновременно возрастает и давление — оно складывается из атмосферного давления и давления столба воды в трубке. При этом везде по длине трубки температура воды оказывается несколько ниже температуры кипения, соответствующей давлению на той или иной глубине. Теперь предположим, что по одному из боковых протоков в трубку поступила порция пара. Пар вошел в трубку и поднял воду до некоторого нового уровня, а часть воды вылилась из трубки в бассейн. При этом температура поднятой воды может оказаться выше температуры кипения при новом давлении, и вода немедленно закипает.

При кипении образуется пар, который еще выше поднимает воду, заставляя ее выливаться в бассейн. Давление на нижние слои воды уменьшается, так что закипает вся оставшаяся в трубке вода. В этот момент образуется большое количество пара; расширяясь, он с огромной скоростью устремляется вверх, выбрасывая остатки воды из трубки — происходит извержение гейзера.

Но вот весь пар вышел, трубка постепенно вновь заполняется охлаждавшейся водой. Время от времени внизу слышатся взрывы — это в трубку из боковых протоков попадают порции пара. Однако очередной выброс воды начнется только тогда, когда вода в трубке нагреется до температуры, близкой к температуре кипения.

3. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. В гейзерную трубку из бокового протока поступила порция пара. Над паром остался столб воды высотой 10 м. Вода на этой глубине находится при температуре 121 °C. Атмосферное давление 10^5 Па. При этом вода в трубке быстро охладится, так как ее температура ниже температуры кипения на глубине 10 м.

2. В гейзерную трубку из бокового протока поступила порция пара. Над паром остался столб воды высотой 10 м. Вода на этой глубине находится при температуре 121 °C. Атмосферное давление 10^5 Па. При этом вода в трубке закипит, так как ее температура выше температуры кипения при внешнем давлении $2 \cdot 10^5$ Па.

3. В гейзерную трубку из бокового протока поступила порция пара. Над паром остался столб воды высотой 10 м. Вода на этой глубине находится при температуре 121 °C. Атмосферное давление 10^5 Па. При этом вода в трубке будет перемещаться вниз под действием атмосферного давления.

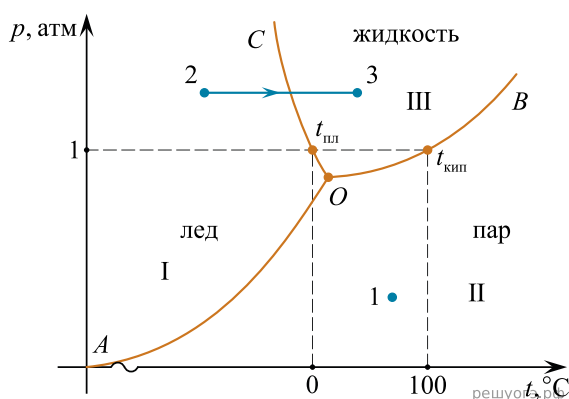
4. Жидкость можно заставить закипеть, увеличивая внешнее давление при неизменной температуре.

5. Жидкость можно заставить закипеть, увеличивая ее температуру при неизменном давлении.

Фазовые диаграммы

Вещества вокруг нас чаще всего находятся в одном из трех основных агрегатных состояний — твердом, жидком либо газообразном. При определенных условиях, своих для каждого вещества, возможны переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое. Агрегатные состояния вещества часто называют фазами, а переходы между ними — фазовыми переходами. Например, вода при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. переходит из жидкой фазы в твердую (при отводе теплоты) либо из твердой фазы в жидкую (при подводе теплоты). При отсутствии теплообмена с окружающими телами две фазы вещества могут существовать одновременно (например, при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 1 атм. лед и вода могут находиться в тепловом равновесии друг с другом). Опыт показывает, что температура, при которой происходит тот или иной фазовый переход, зависит от давления. Например, при понижении давления температура кипения воды понижается, и поэтому высоко в горах вода кипит при температуре, меньшей $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для того чтобы определять, в какой фазе будет находиться вещество при данных условиях, а также находить, как будут происходить взаимные превращения между фазами, используются специальные графики, которые называются фазовыми диаграммами. В качестве примера на рисунке показана фазовая диаграмма для воды.

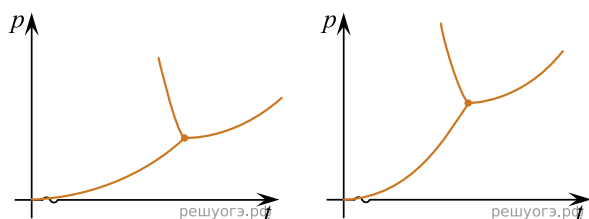


Фазовая диаграмма представляет собой график, по горизонтальной оси которого отложена температура t (в $^{\circ}\text{C}$), а по вертикальной оси — давление p (в атм.). Линиями на диаграмме показаны все возможные наборы температуры и давления, при которых происходит тот или иной фазовый переход. На нашем рисунке линия AO соответствует фазовому переходу лед-пар (и обратно), линия BO — фазовому переходу пар-жидкость (и обратно), линия CO — фазовому переходу жидкость-лед (и обратно). Соответственно, области I на диаграмме соответствует твердое состояние воды, области II — газообразное состояние, а области III — жидкое состояние. Для того чтобы определить, в каком состоянии находится вода при данных условиях, нужно выяснить, в какой из этих областей на диаграмме лежит соответствующая точка. Например, при температуре $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 0,2 атм. соответствующая точка 1 лежит на диаграмме в области II, что соответствует газообразному состоянию. Также при помощи фазовой диаграммы можно определять, какой фазовый переход будет совершать вещество при изменении одного из параметров. Например, если при постоянном давлении 1,3 атм. увеличивать температуру от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, то вода будет переходить из твердого состояния 2 в жидкое состояние 3. Наконец, при помощи фазовой диаграммы можно выяснить, как изменяется температура фазового перехода при изменении давления. Например, из диаграммы видно, что при повышении давления температура кипения увеличивается (кривая OB).

Из фазовой диаграммы видно, что линии AO , BO и CO сходятся в одной точке O . Это означает, что при температуре и давлении, соответствующих точке O , три фазы воды (твердая, жидкая и газообразная) могут одновременно существовать в равновесии друг с другом. Точка O называется тройной точкой.

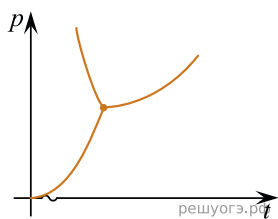
4. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

На рисунке приведены фазовые диаграммы для трех различных веществ. У какого из веществ выше температура тройной точки? Масштабы на всех графиках одинаковые.



1)

2)



3)

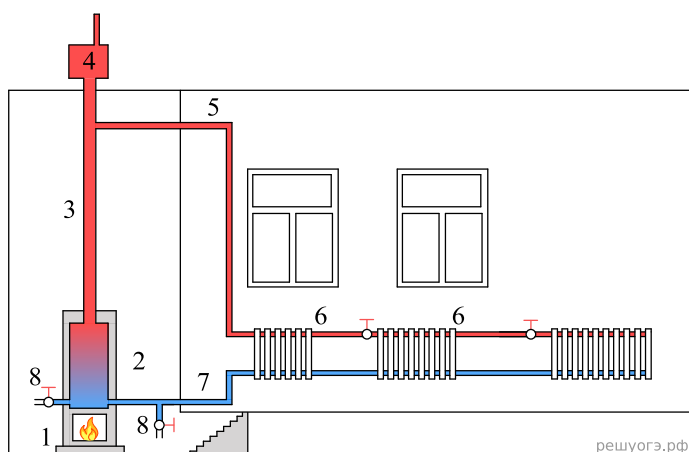
1. у первого
2. у второго
3. у всех трех веществ одинаковая

4. Из фазовой диаграммы воды, приведенной на рисунке в тексте, следует, что температура фазового перехода лед — жидкость (температура плавления $t_{\text{плав}}$) при увеличении давления увеличивается.

5. Из фазовой диаграммы воды, приведенной на рисунке в тексте, следует, что температура фазового перехода лед — жидкость (температура плавления $t_{\text{плав}}$) при увеличении давления уменьшается.

Водяное отопление

Необходимость в отоплении возникла в незапамятные времена, одновременно с тем, как люди научились строить для себя самые примитивные жилища. Первые жилища отапливались кострами, потом их сменили очаги, затем — печи. В ходе технического прогресса системы отопления постоянно совершенствовались и улучшались. Люди учились применять новые виды топлива, придумывали разные конструкции отопительных приборов, стремились уменьшить расход горючего и сделать работу отопительной системы автономной, не требующей постоянного контроля человека. В настоящее время наибольшее распространение получили системы водяного отопления, которое применяется для обогрева как многоквартирных домов в городах, так и небольших зданий в сельской местности. Принцип работы системы водяного отопления (см. рис.) удобно пояснить на примере отопительной системы небольшого жилого дома.



Источником теплоты для отопительной системы служит печь 1, в которой могут сгорать различные виды органического топлива — дрова, торф, каменный уголь, природный газ, нефтепродукты и пр. Печь нагревает воду в котле 2. При нагревании вода расширяется и ее плотность уменьшается, в результате чего она поднимается из котла вверх по вертикальному главному стояку 3. В верхней части главного стояка расположен имеющий выход в атмосферу расширительный бак 4, который необходим из-за того, что объем воды увеличивается при нагревании. От верхней части главного стояка отходит труба 5 («горячий трубопровод»), по которому вода подается к отопительным приборам — батареям 6, состоящим из нескольких секций каждая. После протекания через батареи остывшая вода по обратному трубопроводу 7 вновь попадает в котел, опять нагревается и снова поднимается по главному стояку. При наиболее простой однотрубной схеме все батареи соединяются друг с другом таким образом, что все секции оказываются параллельно подсоединенными к горячему и к обратному трубопроводу. Поскольку вода при протекании через батареи постепенно остывает, для поддержания одинаковой температуры в разных помещениях в них делают батареи с разным числом секций (то есть с разной площадью поверхности). В тех комнатах, в которые вода поступает раньше и поэтому имеет более высокую температуру, количество секций в батареях делают меньше, и наоборот. Вода в такой отопительной системе циркулирует автоматически, до тех пор пока в печи горит топливо. Для того чтобы циркуляция была возможна, все горячие трубопроводы и обратные трубопроводы в системе делают либо вертикальными, либо с небольшим уклоном в нужную сторону — так, чтобы вода по ним шла от главного стояка обратно к котлу под действием силы тяжести («самотек»). Скорость циркуляции воды и степень обогрева можно регулировать, уменьшая или увеличивая количество топлива, сгорающего в печи в единицу времени. Вода циркулирует в отопительных системах такого типа тем лучше, чем больше расстояние по высоте между котлом и горячим трубопроводом. Поэтому печь с котлом стараются располагать как можно ниже — обычно их ставят в подвале либо, при его отсутствии, опускают до уровня земли, а горячий трубопровод проводят по чердаку.

Для нормальной работы отопительной системы очень важно, чтобы внутри нее не было воздуха. Для выпуска воздушных пробок, которые могут возникать в трубах и в батареях, служат специальные воздухоотводчики, которые открываются при заполнении системы водой (на рисунке не показаны). Также на трубах в нижней части системы устанавливаются краны 8, при помощи которых из отопительной системы при необходимости сливается вода.

5. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. Для того чтобы улучшить циркуляцию воды в системе водяного отопления, необходимо расположить горячий трубопровод на одном уровне с котлом.

2. Для того чтобы улучшить циркуляцию воды в системе водяного отопления, необходимо расположить котел как можно ниже горячего трубопровода.

3. При монтаже системы водяного отопления с использованием однотрубной схемы во всех комнатах поставили одинаковые батареи с равной площадью поверхности. Все комнаты теплоизолированы одинаково. При этом в комнатах, наиболее близких к главному стояку, будет теплее.

4. При монтаже системы водяного отопления с использованием однотрубной схемы во всех комнатах поставили одинаковые батареи с равной площадью поверхности. Все комнаты теплоизолированы одинаково. При этом в комнатах, наиболее удаленных от главного стояка, будет теплее.

5. При монтаже системы водяного отопления с использованием однотрубной схемы во всех комнатах поставили одинаковые батареи с равной площадью поверхности. Все комнаты теплоизолированы одинаково. При этом во всех комнатах температура будет одинаковой.

Фазовые переходы

Известно, что при изменении внешних условий — температуры или давления — вещество может изменять свое агрегатное состояние (переходить из газообразной формы в жидкую, из жидкой в твердую, либо из газообразной в твердую, и обратно). Однако, как показывает опыт, возможен и другой тип превращения вещества. Вещество при изменении внешних условий может изменять какие-либо свои свойства, оставаясь при этом в прежнем агрегатном состоянии. Такие изменения свойств вещества называют **фазовыми переходами**, и говорят, что вещество перешло из одной фазы в другую. Любое изменение агрегатного состояния, естественно, является фазовым переходом. Обратное утверждение неверно. Таким образом, фазовый переход — более широкое понятие, чем изменение агрегатного состояния.

Различают два основных типа фазовых переходов. Их так и называют — фазовый переход первого рода и фазовый переход второго рода. При фазовом переходе первого рода скачком изменяются плотность вещества и его внутренняя энергия (при этом другие характеристики также могут меняться). Последнее означает, что при фазовом переходе первого рода выделяется или поглощается теплота. Примерами фазового перехода первого рода как раз могут служить упомянутые выше изменения агрегатного состояния вещества. Например, при превращении воды в лед плотность вещества уменьшается (вещество расширяется) и выделяется теплота замерзания (равная по модулю теплоте плавления, поглощаемой при обратном фазовом переходе). При этом уменьшается удельная теплоемкость вещества.

При фазовом переходе второго рода плотность вещества и его внутренняя энергия остаются неизменными, поэтому такие переходы могут быть внешне незаметными. Зато скачкообразно изменяются удельная теплоемкость вещества, его коэффициент теплового расширения и некоторые другие характеристики. Примерами фазовых переходов второго рода могут служить переход металлов и сплавов из обычного состояния в сверхпроводящее, а также переход твердых веществ из аморфного состояния в стеклообразное.

Интересные примеры фазовых переходов первого рода наблюдаются у некоторых металлов. Например, если нагревать железо, то при достижении температуры $+917\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит перестройка его кристаллической решетки, в результате чего наблюдается увеличение плотности вещества и поглощается теплота фазового перехода. Этот фазовый переход обратим — при понижении температуры обратно до $+917\text{ }^{\circ}\text{C}$ плотность железа, наоборот, уменьшается, и происходит выделение теплоты фазового перехода.

Фазовые переходы могут быть и необратимыми. Ярким примером такого перехода может служить превращение так называемого «белого олова» в так называемое «серое олово». При комнатной температуре белое олово является пластичным металлом. При понижении температуры до примерно $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$ оно начинает медленно переходить в другое фазовое состояние — серое олово — в котором олово существует в виде порошка. Фазовый переход происходит с очень малой скоростью (то есть после понижения температуры ниже точки фазового перехода олово все еще остается белым, но это состояние нестабильно). Однако фазовый переход резко ускоряется при понижении температуры до $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$, а также при контакте серого олова с белым оловом. Поскольку при данном фазовом переходе происходит резкое уменьшение плотности (и увеличение объема), то оловянные предметы рассыпаются в порошок, причем попадание этого порошка на «не пораженные» предметы приводит к их быстрой порче (предметы как бы «заражаются»). Вернуть серое олово в исходное состояние возможно только путем его переплавки.

Описанное явление получило название «оловянная чума». Оно явилось основной причиной гибели экспедиции Р. Ф. Скотта к Южному полюсу в 1912 г. (экспедиция осталась без топлива — оно вытекло из баков, запаянных оловом, которое поразила «оловянная чума»). Также существует легенда, согласно которой одной из причин неудачи армии Наполеона в России явились сильные зимние морозы, которые превратили в порошок оловянные пуговицы на мундирах солдат. «Оловянная чума» погубила

многие ценнейшие коллекции оловянных солдатиков. Например, в запасниках петербургского музея Александра Суворова превратились в труху десятки фигурок — в подвале, где они хранились, во время суровой зимы лопнули батареи отопления.

6. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. Переход воды из жидкого состояния в газообразное при кипении является фазовым переходом первого рода.

2. Переход воды из жидкого состояния в газообразное при кипении является фазовым переходом второго рода.

3. Переход воды из жидкого состояния в газообразное при кипении не является фазовым переходом.

4. Переход воды из жидкого состояния в газообразное при кипении может быть отнесен к фазовому переходу как первого, так и второго рода — в зависимости от условий, при которых происходит переход.

5. При фазовом переходе скачком изменилась удельная теплоемкость вещества. Данный переход является фазовым переходом второго рода.

Туман и роса

В воздухе всегда присутствуют водяные пары, концентрация которых может быть различной. Опыт показывает, что концентрация паров не может превышать некоторого максимально возможного значения n_{\max} (для каждой температуры это значение свое). Пары с концентрацией, равной n_{\max} , называются насыщенными. С ростом температуры максимально возможная концентрация водяных паров также растет. Отношение концентрации n водяных паров при данной температуре к максимально возможной концентрации при той же температуре называется относительной влажностью, которая обозначается буквой f . Относительную влажность принято измерять в процентах. Из сказанного следует, что $f = (n/n_{\max}) \cdot 100\%$.

При этом относительная влажность не может превышать 100%.

Пусть при некоторой температуре t концентрация водяных паров в воздухе равна n , а относительная влажность меньше, чем 100%. Если температура будет понижаться, то вместе с ней будет уменьшаться и величина n_{\max} , а значит, относительная влажность будет увеличиваться. При некоторой критической температуре относительная влажность достигнет значения 100% (в этот момент концентрация водяных паров станет максимально возможной при данной температуре). Поэтому дальнейшее понижение температуры приведет к переходу водяных паров в жидкое состояние — в воздухе образуются капли тумана, а на предметах выпадут капли росы. Поэтому упомянутая выше критическая температура называется точкой росы (обозначается t_p).

На измерении точки росы основано действие прибора для определения относительной влажности воздуха — конденсационного гигрометра. Он состоит из зеркала, которое может охлаждаться при помощи какого-либо устройства, и точного термометра для измерения температуры зеркала. При понижении температуры зеркала до точки росы на нем выпадают капли жидкости. Величину относительной влажности воздуха определяют по измеренному значению точки росы при помощи специальных таблиц.

Существует еще одна разновидность тумана — ледяной туман. Он наблюдается при температурах ниже $-(10 \div 15)^\circ\text{C}$ и состоит из мелких кристалликов льда, которые сверкают либо в лучах солнца, либо в свете луны или фонарей. Особенностью ледяного тумана является то, что он может наблюдаться и при относительной влажности, меньшей 100% (даже менее 50%). Условием возникновения ледяного тумана при низкой относительной влажности является очень низкая температура (ниже -30°C) и наличие обильных источников водяного пара (например, труб и сточных водоемов промышленных предприятий, печных труб жилых помещений, выхлопных труб мощных двигателей внутреннего сгорания и т. п.). Поэтому ледяной туман при низкой влажности наблюдается в населенных пунктах, на крупных железнодорожных станциях, на активно действующих аэродромах и т. п.

7. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. Относительная влажность может принимать значения от 0 % до 100 %.

В таблице приведена зависимость концентрации n_{\max} насыщенных паров воды в воздухе от температуры t . Концентрация паров в воздухе при выпадении тумана равна $2,37 \cdot 10^{23} \text{ л/м}^3$. Чему равна точка росы при условиях этого опыта?

$t, ^\circ\text{C}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$n_{\max} \cdot 10^{23}, \text{ м}^{-3}$	1,95	2,08	2,22	2,37	2,51	2,66	2,82	3,01	3,20

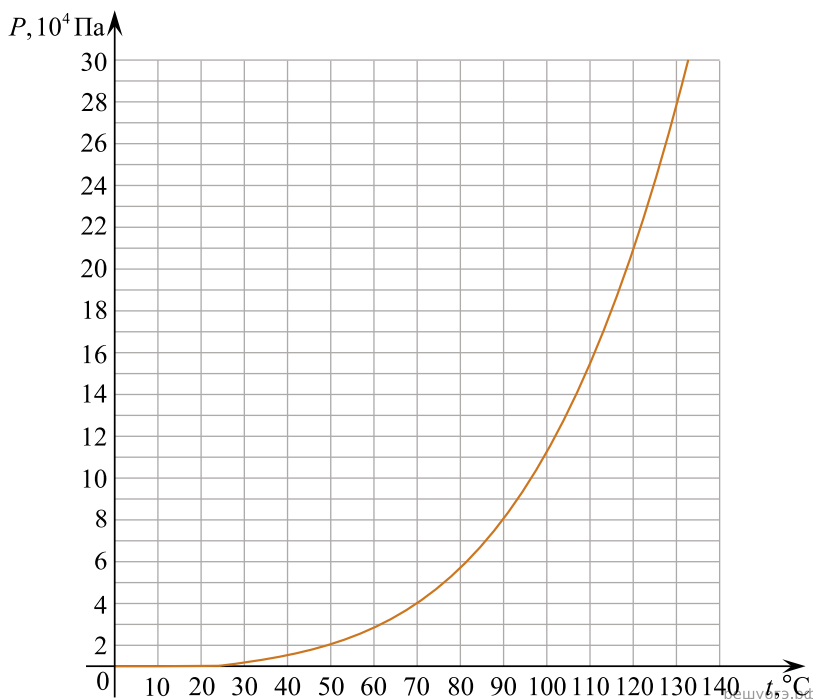
- 11 $^\circ\text{C}$
- 12 $^\circ\text{C}$
- 13 $^\circ\text{C}$
- 14 $^\circ\text{C}$

Кипение

Ежедневно мы наблюдаем, как вода и ее пар переходят друг в друга. Лужи на асфальте после дождя высыхают, а водяной пар в воздухе по утрам часто превращается в мельчайшие капельки тумана.

Что произойдет, если сосуд с некоторым объемом жидкости закрыть крышкой? Каждую секунду поверхность жидкости по-прежнему будут покидать самые быстрые молекулы, ее масса будет уменьшаться, а концентрация молекул пара – увеличиваться. Одновременно с этим в жидкость из пара будет возвращаться часть его молекул, и чем больше будет концентрация пара, тем интенсивней будет процесс конденсации. Наконец наступит такое состояние, когда число молекул, возвращающихся в жидкость в единицу времени, в среднем станет равным числу молекул, покидающих ее за это время. Такое состояние называют динамическим равновесием, а соответствующий пар — *насыщенным паром*.

Давление насыщенного пара зависит от вида жидкости и температуры. Чем тяжелее оторвать молекулы жидкости друг от друга, тем меньше будет давление ее насыщенного пара. Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры представлена на рисунке.



Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры

Кипением называется процесс образования большого числа пузырьков пара, происходящий по всему объему жидкости и на ее поверхности при нагревании. На самом деле эти пузырьки присутствуют в жидкости всегда, но их размеры растут и они становятся заметны только при кипении. Пузырьки расширяются и под действием выталкивающей силы Архимеда отрываются от дна, всплывают и лопаются на поверхности.

Кипение начинается при той температуре, когда пузырьки газа имеют возможность расширяться, а это происходит, если давление насыщенного пара вырастет до атмосферного давления. Таким образом, температура кипения — это температура, при которой давление насыщенного пара данной жидкости равно атмосферному давлению (давлению над поверхностью жидкости).

8. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. В кастрюле-скороварке имеется предохранительный клапан, который открывается при давлении $1,4 \cdot 10^5$ Па. Температура кипения воды в скороварке равна 100°C .

2. В кастрюле-скороварке имеется предохранительный клапан, который открывается при давлении $1,4 \cdot 10^5$ Па. Температура кипения воды в скороварке равна примерно 110°C .

3. Давление насыщенного пара воды при температуре 20°C составляет около 2 кПа, а давление насыщенного пара ртути при 20°C — лишь 0,2 Па. Это означает, что кипение воды при температуре 20°C невозможно.

4. Давление насыщенного пара воды при температуре 20°C составляет около 2 кПа, а давление насыщенного пара ртути при 20°C — лишь 0,2 Па. Это означает, что кипение ртути при температуре 20°C невозможно.

5. Давление насыщенного пара воды при температуре 20°C составляет около 2 кПа, а давление насыщенного пара ртути при 20°C — лишь 0,2 Па. Это означает, что взаимодействие между молекулами ртути сильнее взаимодействия между молекулами воды.

Брайникл

В 2011 году во время съемок компанией Би-би-си цикла передач «Замерзшая планета» операторам впервые удалось задокументировать очень интересный процесс: в толще океанических вод Антарктики под ледяным покровом начинает формироваться и расти вниз ко дну морская сосулька (брайникл).

В том случае, если брайниклу удастся достичь дна, он продолжает разрастаться в сторону понижения уровня поверхности дна (рис. 1). При этом он способен убить все живое на своем пути (морских звезд и ежей, рыб, водоросли). Именно по этой причине его еще называют «ледяным пальцем смерти».



Рис. 1. Замерзшие морские звезды и ежи, оказавшиеся на пути движения брайникла по дну

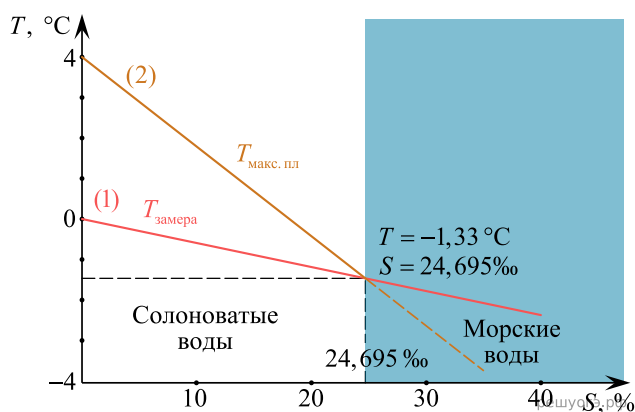


Рис. 2. Зависимость температуры замерзания (1) и температуры наибольшей плотности (2) от солёности воды (S)

Возникновение этого природного феномена возможно только в ледяных водах у полюсов. Когда поверхность соленой воды замерзает, меняется состав и концентрация соли в воде под ледяной коркой. При образовании льда из него вытесняется практически вся соль. Таким образом, вода подо льдом становится более соленой и плотной. Повышенная концентрация соли понижает температуру замерзания воды (рис. 2) и увеличивает ее плотность. В результате тяжелый солевой раствор начинает опускаться вниз (тонуть). Нисходящий поток солевого раствора, имеющий экстремально холодную температуру, приводит к замерзанию менее соленой окружающей воды и образованию ледяного канала в виде трубки.

Пористый лед брайникла имеет трубчатую структуру. Поэтому его нельзя сравнить с более плотным льдом, образовавшимся из пресной воды.

9. Выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

1. Морской лед имеет очень плотную однородную структуру.
2. При температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ поверхность морей покрывается коркой льда.
3. Для образования брайникла необходимо, чтобы окружающая вода была гораздо менее соленой, чем вода внутри ледяной трубки.
4. Чем выше солёность воды, тем ниже температура ее замерзания.
5. С глубиной плотность и температура воды в океанах повышается.

Туман под микроскопом

Туман состоит в основном из капелек воды, имеющих диаметр от 0,5 до 100 мкм. Если в тумане преобладают очень мелкие капельки (диаметром меньше 1 мкм), то такой туман называется *дымкой*. Если же капли тумана относительно велики (диаметром порядка 100 мкм), то это так называемая *морось*.

В зависимости от размера капелек воды туман может иметь различный оттенок. Цвет тумана определяется световыми волнами, которые, рассеиваясь на капельках воды, попадают в глаз наблюдателя. Капельки диаметром много больше микрометра практически одинаково рассеивают свет во всем интервале длин волн, воспринимаемых глазом. Этим объясняется молочно-белый и белесоватый цвет мороси. Мелкие же капельки дымки рассеивают преимущественно более короткие световые волны, поэтому туманная дымка окрашена в синеватые и голубоватые тона.

В известном смысле возникновение тумана — то же явление, что и выпадение росы. Существенно, однако, что конденсация водяного пара в данном случае происходит не на поверхности земли, листьев или травинки, а в объеме воздуха. Центрами конденсации могут служить случайно образующиеся скопления молекул, ионы, а также пылинки, частички сажи и другие мелкие загрязнения в воздухе.

10. Выберите *два* верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответе их номера.

- 1) Туман состоит из водяного пара.
- 2) Пар из состояния *A* может перейти в состояние насыщенного в результате процессов *AB*, *AC* и *AD*.
- 3) Городские туманы, в случае появления сильных загрязнений в воздухе, отличаются более высокой плотностью.
- 4) Ненасыщенный пар можно перевести в насыщенный путем нагревания.
- 5) Процессу *AB* соответствует туман испарения.

Здоровье человека и загрязнение окружающей среды

В последнее столетие человечество в полной мере осознало, что многие болезни непосредственно связаны с загрязнением атмосферы и водных ресурсов, с недоброкачественными продуктами. Зависит здоровье населения от разных факторов.

Огромное количество загрязняющих веществ выбрасывается в окружающую среду в результате техногенных аварий и сбоев в системах технического обеспечения. Сотни тысяч автомобилей, курсирующих в больших городах, выбрасывают в воздух тонны углеводородов и других веществ, которые разлагаются под действием ультрафиолетовых лучей и образуют ядовитые туманы.

Отдельной проблемой является загрязнение поверхностных и подземных источников воды. В промышленно развитых странах наиболее часто в воде регистрируется повышенное содержание железа, фтора, марганца, хлоридов и др. Смыв с сельскохозяйственных полей азотных удобрений значительно повышает содержание в воде относительно безвредных нитратов, которые, однако, могут превращаться в опасные нитриты. Попадая в кровь, нитриты соединяются с гемоглобином и тем самым резко уменьшают способность крови выполнять свою главную функцию.

Опасные для здоровья вещества с грунтовыми водами могут попадать в местные источники питьевого водоснабжения. Опасен также переход загрязняющих веществ из почвы в продукты питания. Интенсивное использование ядохимикатов в сельском хозяйстве приводит к накоплению пестицидов в почвах. В таких районах чаще, чем в других, рождаются дети, страдающие тяжелыми заболеваниями, выше заболеваемость среди населения.

11. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

- 1) Образ жизни и окружающая среда в одинаковой степени влияют на здоровье населения.
- 2) Образование ядовитых туманов связано с техногенными факторами.
- 3) Загрязнение грунтовых вод может отразиться на качестве продуктов молочной и мясной промышленности.

- 4) Здоровье человека определяется, главным образом, его наследственностью.
- 5) Нитриты не представляют опасности для здоровья человека.