

Насыщенный и ненасыщенный пар. Испарение,
конденсация, парообразование, кипение.
Влажность воздуха. Зависимость температуры
кипения от давления.

Теория № 23

Цель занятия

- Познакомиться с понятиями парообразование, испарение, насыщенный пар, ненасыщенный пар, конденсация.
- Продолжить формировать умения применять основные положения М.К. Т. в объяснении физических явлений.

Процессы перехода

Из твердого состояния в газообразное:

Сублимация

Наоборот:

Десублимация

Из твердого состояния в жидкое:

Плавление

Наоборот:

Кристаллизация

Из жидкого состояния в газообразное:

Парообразование

Наоборот

Конденсация

Десублимация

Обратный процесс сублимации называется **десублимацией**. Примеры десублимации:



Иней



Изморозь

Ледяные узоры на стекле

Десублимация-узоры на окнах



Сублимация

Например, графит можно нагреть до тысячи градусов, и тем не менее в жидкость он не превратится: он будет сублимироваться, т.е. из твёрдого состояния сразу переходить в газообразное. Все запахи, которыми обладают твёрдые тела, также обусловлены возгонкой: вылетая из твёрдого тела молекулы образуют над ним газ (или пар), который и вызывает ощущение запаха



Вода - это жизнь



Парообразование – процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное. Этот фазовый переход всегда сопровождается поглощением энергии, т. е. к веществу необходимо подводить теплоту. При этом внутренняя энергия вещества увеличивается.

Обратный процесс называется – **конденсацией**. Конденсация всегда сопровождается выделением энергии, т. е. от вещества необходимо отводить теплоту. При этом внутренняя энергия вещества уменьшается

Парообразование происходит двумя способами:

1) Испарением



2) Кипением



1) Испарение - процесс парообразования, происходящий только на поверхности жидкости.

Молекулы жидкости, как и газа, имеют *различные скорости*. Некоторые наиболее быстрые из них обладают достаточной кинетической энергией, чтобы оторваться от поверхности и выйти из сферы действия молекулярных сил. Поэтому над жидкостью всегда есть ее молекулы, образующие *пар*.

Поскольку отрываются и покидают жидкость наиболее быстрые молекулы, *средняя кинетическая энергия* оставшихся молекул *уменьшается*. Вследствие этого жидкость при испарении охлаждается.

Вода испаряясь с
поверхности тела
человека, животных и
растений, предохраняет
их от перегрева.



От чего зависит интенсивность испарения?

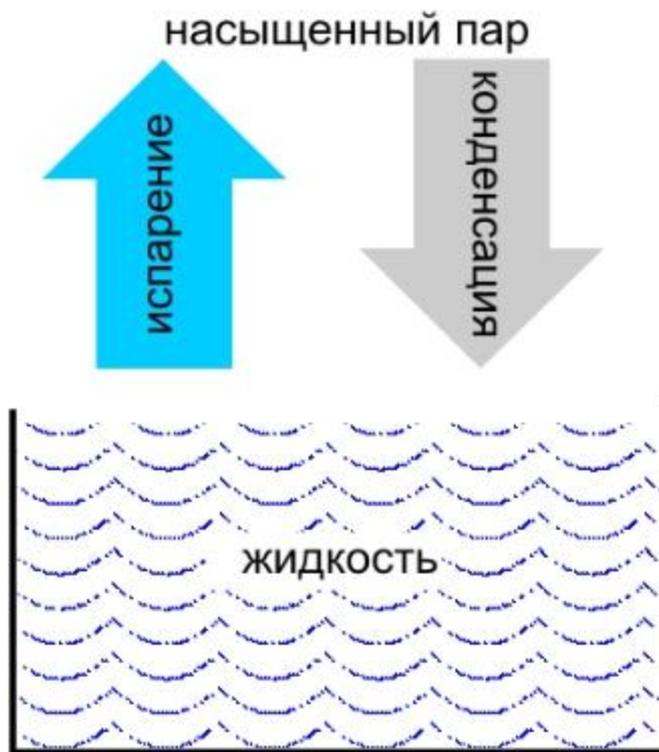
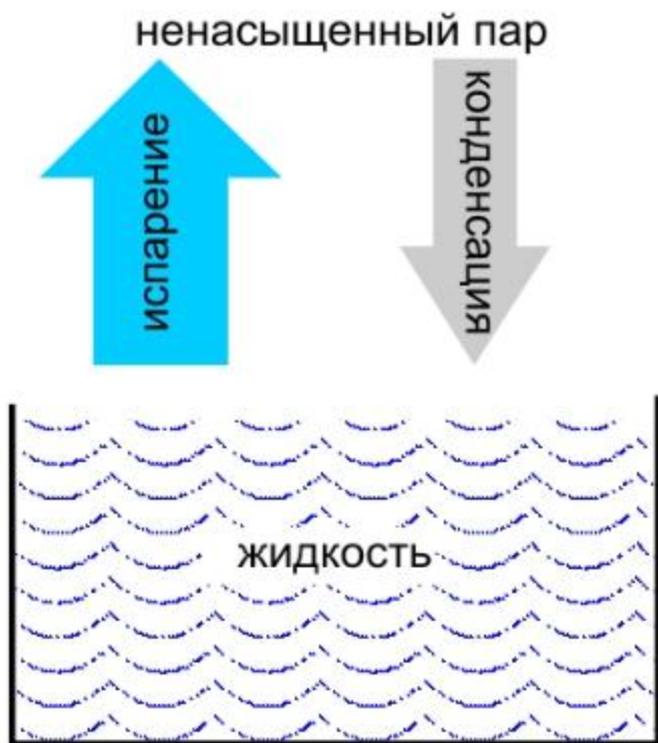
- 1. Плотность.** Чем вещество плотнее, тем ближе молекулы находятся по отношению друг к другу, тем труднее верхним частицам преодолеть силу притяжения других атомов, следовательно, испарение жидкости происходит медленнее.
- 2. Температура.** На скорость испарения также влияет теплота испарения. Несмотря на то, что процесс испарения происходит даже при минусовой температуре, чем больше температура вещества, тем выше теплота испарения, значит, тем быстрее двигаются частицы, которые, увеличивая интенсивность испарения, массово покидают жидкость.
- 3. Площадь поверхности.** Чем большую площадь поверхности занимает жидкость, тем больше молекул с неё улетучивается, тем выше скорость испарения.
- 4. Ветер.** Процесс испарения окажется намного быстрее, если над ёмкостью, в которой находится вода, движется воздух. Чем быстрее он это делает, тем скорость испарения больше.

Динамическое равновесие – состояние при котором число молекул, вылетающих из жидкости, равно числу молекул, возвращающихся обратно.

При динамическом равновесии масса жидкости в закрытом сосуде не изменяется, хотя жидкость продолжает испаряться.



Ненасыщенный и насыщенный пар



Пар, находящийся в состоянии динамического равновесия со своей жидкостью, называется **насыщенным паром**.

Пар не находящийся в состоянии динамического равновесия со своей жидкостью, называется **ненасыщенным паром**.

В открытом сосуде масса жидкости вследствие испарения постепенно уменьшается.

2) Кипение – процесс парообразования, происходящий по всему объему жидкости при определенной температуре.

Кипение начинается, когда давление насыщенного пара в пузырьках сравнивается с давлением в жидкости, т.е. при уменьшении атмосферного давления температура кипения понижается.

Кипение сопровождается образованием пузырьков по всему объему жидкости (растущих пузырьков пара, которые всплывают на поверхность).

Кипение происходит при такой температуре, при которой давление насыщенных паров становится равным атмосферному (или немного превосходит его).

Температуру, при которой жидкость начинает кипеть, называют *температурой кипения*. Каждое вещество имеет свою температуру кипения, которая зависит от внешнего давления, поскольку пузырькам пара для выхода наружу необходимо преодолеть его противодействие. Температура кипения зависит от тех примесей, которые находятся в ней. Как правило, наличие в жидкости растворимого твердого вещества повышает температуру ее кипения.

Отличие процесса кипения от процесса испарения жидкости:

- Испарение жидкости происходит только с её свободной поверхности;
- При кипении жидкость испаряется не только со свободной поверхности, но и внутри пузырьков воздуха;
- Испарение жидкости происходит при любой температуре;
- Кипение жидкости (от начала и до конца) происходит при определенной и постоянной для каждой жидкости температуре.

Сходство и различие

Испарение

- Процесс парообразования
- Парообразование происходит с поверхности жидкости
- Происходит при любой температуре
- Температура жидкости понижается

Кипение

- Процесс парообразование
- Парообразование происходит по всему объему жидкости
- Происходит только при температуре кипения
- Температура жидкости не изменится

Влажность воздуха и ее измерение

Вода занимает около 70,8% поверхности земного шара. Живые организмы содержат от 50 до 99,7% воды. Образно говоря живые организмы – это одушевлённая вода. В атмосфере находится около 13-15 тыс. куб. км воды в виде капель, кристаллов снега и водяного пара. В среднем в атмосфере $1,24 \cdot 10^{16}$ кг водяного пара. И хотя его долю составляет меньше 1 % от общей массы атмосферы, его влияние на погоду, климат Земли, самочувствие людей очень велико.

Главный источник водяного пара в атмосфере – испарение воды с поверхности океанов, морей, водоёмов, влажной почвы, растений. С водяных просторов и суши за год испаряется свыше 500 000 км³ воды, т.е. количество воды, почти равное количеству воды в Чёрном море.

В атмосфере под влиянием различных процессов водяной пар конденсируется.

При этом образуются облака, туман, осадки, роса. При конденсации влаги выделяется количество теплоты, равное количеству теплоты, затраченному на испарение. Этот процесс приводит к смягчению климатических условий в холодных районах.

Содержание водяных паров в воздухе называется влажностью воздуха

1. ~~Абсолютная влажность~~
2. ~~Относительная влажность~~

количество водяных паров, содержащихся в воздухе в единице объема
показывает близость водяного

пара к состоянию насыщения
Г - абсолютная влажность

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_H} = \frac{p}{p_H}$$

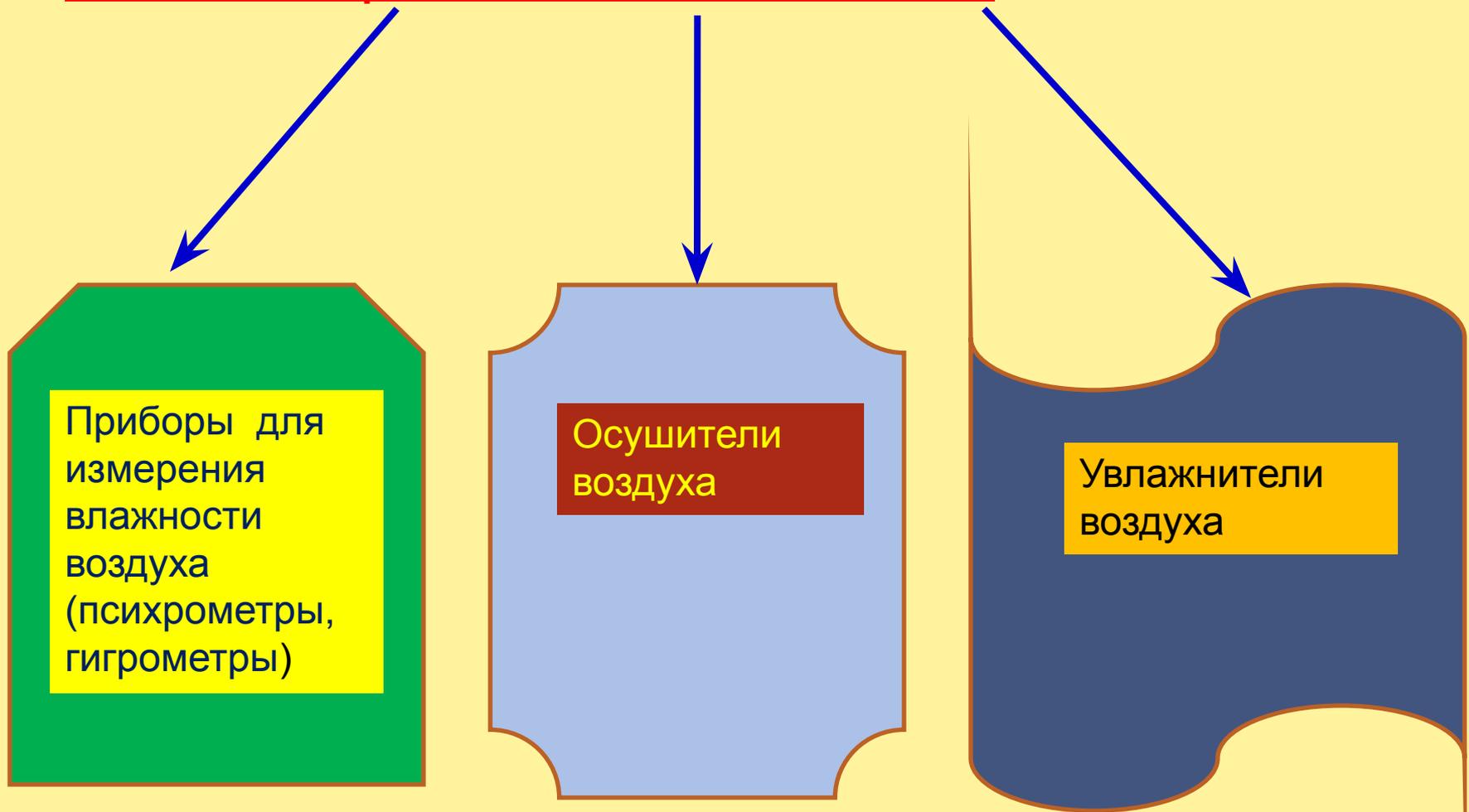
Влияние влажности воздуха на человека и способы её регулирования

Слова «микроклимат помещения» мы нередко понимаем, как установление определённой температуры помещения, нормальной для нахождения в нём людей. Однако, мы забываем об одной из важных составляющих микроклимата - это относительная влажность воздуха.

При относительной влажности воздуха в помещении 50-55% и температуре около 20°C любой человек будет чувствовать себя комфортно. Любое отклонение показателя относительной влажности воздуха, в большую или меньшую сторону, неблагоприятно влияет на физическое состояние человека, вызывая различного рода недомогания, потерю сил, быструю утомляемость, а также снижение работоспособности.

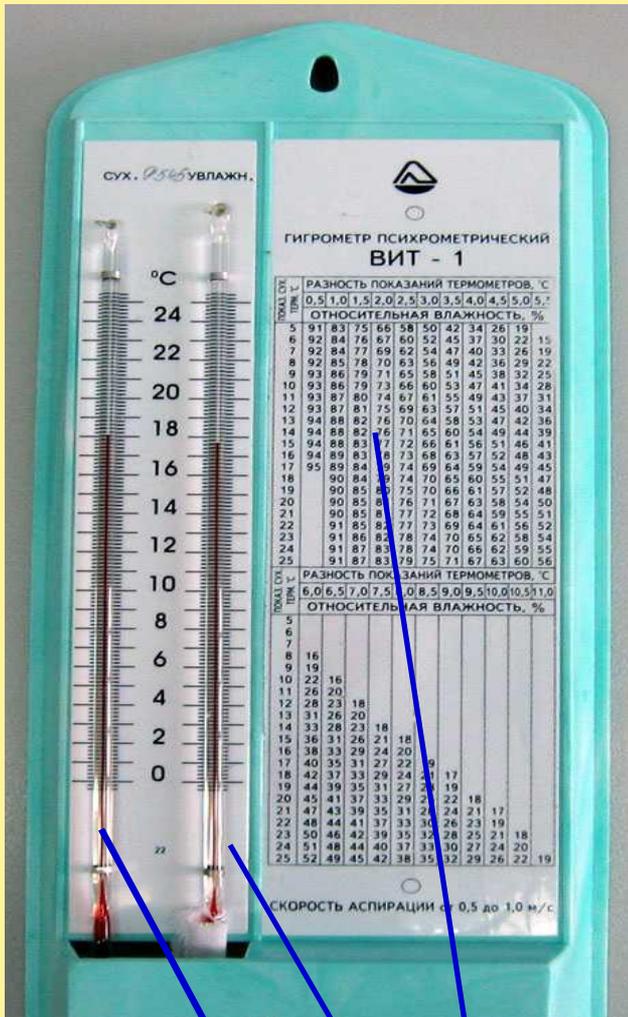
Чтобы исключить такое влияние изменений относительной влажности воздуха на самочувствие человека, следует применять специальное оборудование, предназначенное для регулирования относительной влажности воздуха

Оборудование для создания оптимального микроклимата в жилых и производственных помещениях



**Приборы для
измерения относитель-
ной влажности
воздуха**

Психрометр



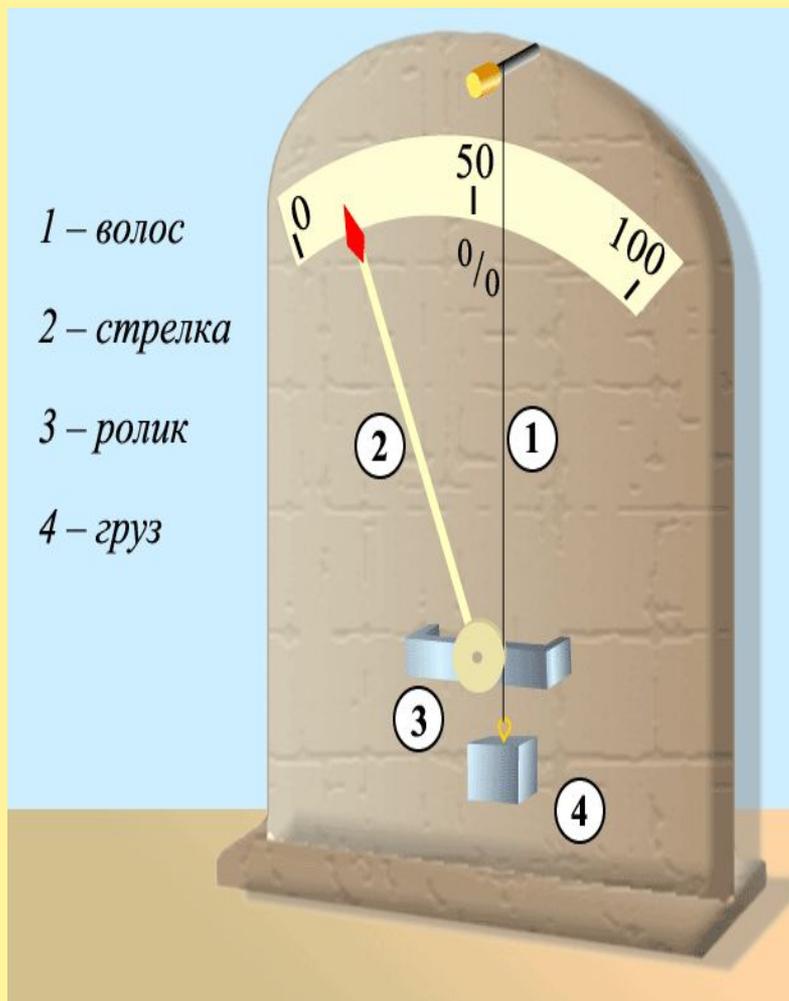
- 1 - «Сухой» термометр – показывает температуру воздуха
- 2 - «Влажный» термометр – показывает «точку росы»
- 3 - Психрометрическая таблица

1. Снять показания «сухого» и «влажного» термометров;
2. Определить разность показаний термометров;
3. На пересечении столбцов «температура воздуха» (по вертикали) и ΔT (по горизонтали) найти значение относительной влажности воздуха

1 2 3

t сух. терм	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	°C	0	1	2	3	4	5	6	7
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

Волосной гигрометр

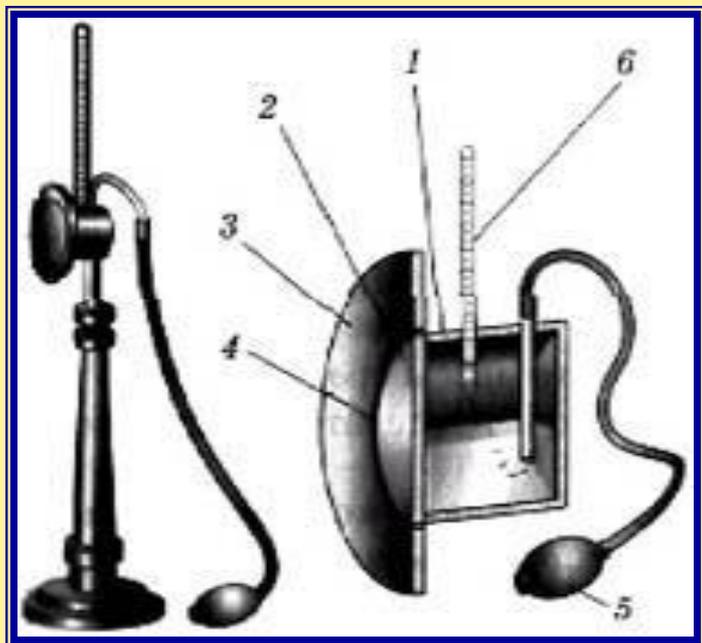


Человеческий волос при увеличении влажности воздуха удлиняется; при уменьшении влажности воздуха длина волоса уменьшается. Стрелка, соединённая с натянутым волосом, показывает относительную влажность воздуха.

Гигрометр комнатный



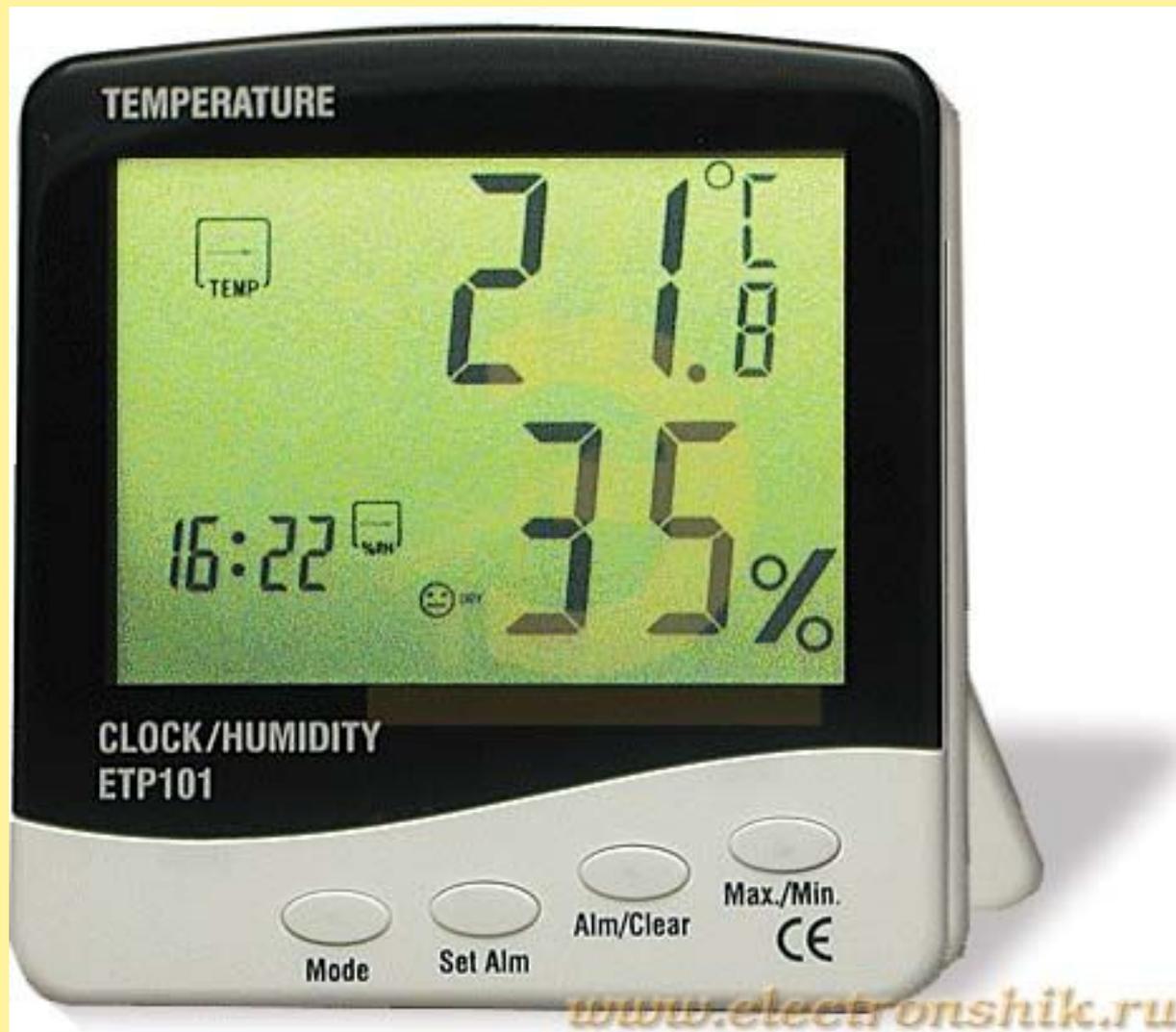
Конденсационный гигрометр



Определяет
абсолютную влажность воздуха
по точке росы

1. Налить эфир в коробку
 2. Продувать грушей воздух для быстрого испарения
 3. Отметить температуру, при которой на полированной стенке коробки появится роса.
 4. По таблице плотности насыщенного водяного пара определить абсолютную влажность водяного пара.
1. Металлическая коробочка
 2. Полированная стенка
 3. Полированное кольцо
 4. Теплоизолированная прокладка
 5. Резиновая груша
 6. Термометр

Электрический термометр



Увлажнение воздуха в помещении

Оптимальная относительная влажность в помещении, где находятся люди, должна составлять 40-70%. Поддержание комфортной влажности в помещении очень важно для хорошего самочувствия людей, находящихся в нем. При недостаточной влажности воздуха затрудняется работа дыхательного аппарата, ощущается «першение» в горле, кожа становится очень сухой и раздражительной.

Кроме того, сухой воздух способствует накоплению статического электричества на человеке и предметах, при соприкосновении с которыми происходит электрический разряд, вызывая неприятные ощущения. Такое явление часто происходит в морозные дни: если после снятия шерстяной вещи коснуться металлического предмета, например водопроводного крана, то человека бьет током. Ток этот небольшой, абсолютно безопасный, но само ощущение его, при регулярном повторении, очень неприятное

Традиционные увлажнители воздуха работают по принципу "холодного" испарения. Специальная губка испарителя полностью пропитывается влагой. Встроенный вентилятор засасывает сухой воздух, из помещения и прогоняет его через влажную губку, что обеспечивает оптимальное увлажнение воздуха и не требует дополнительных приборов контроля.

Достоинства таких воздухоувлажнителей - невысокая стоимость, дешевизна сменных фильтров, низкая потребляемая мощность. Недостаток традиционных увлажнителей - нет возможности точно поддерживать влажность в помещении (только больше-меньше)

Паровые увлажнители или, как их еще называют, увлажнители горячего пара в своей работе используют принцип "горячего" испарения. Данный вид увлажнителей воздуха при помощи нагревательного элемента превращают воду в пар, полученный пар разбрызгивается в помещении (паровой утюг)



Ультразвуковой увлажнитель воздуха

Контроль уровня влажности

**Цветной жидкокристаллический
дисплей**

**Отображение текущей и
заданной влажности**

**Специальный автоматический
режим (поддерживается
оптимальный уровень
влажности в зависимости от
температуры)**

**Функция регулировки скорости
испарения**

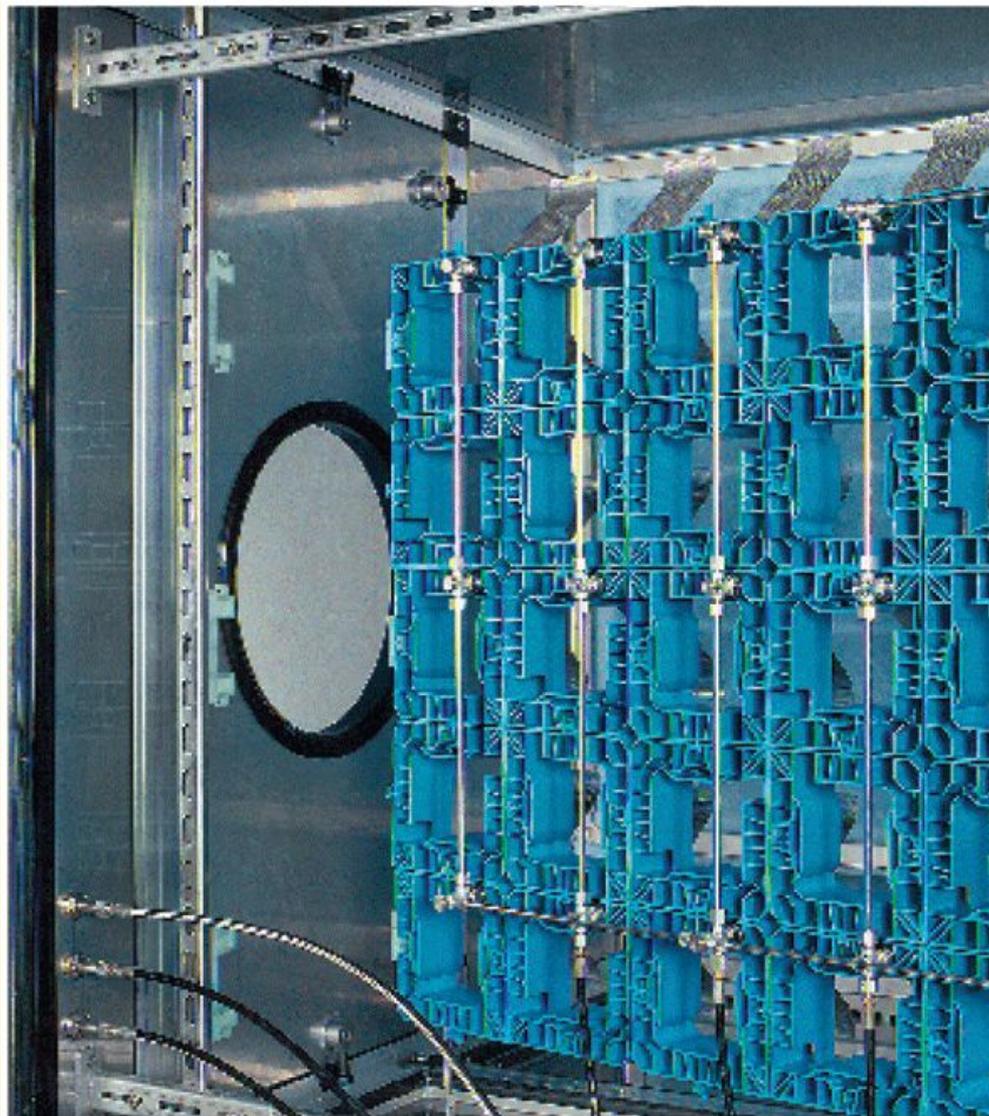
**Полифоническая мелодия, когда
закончилась вода**



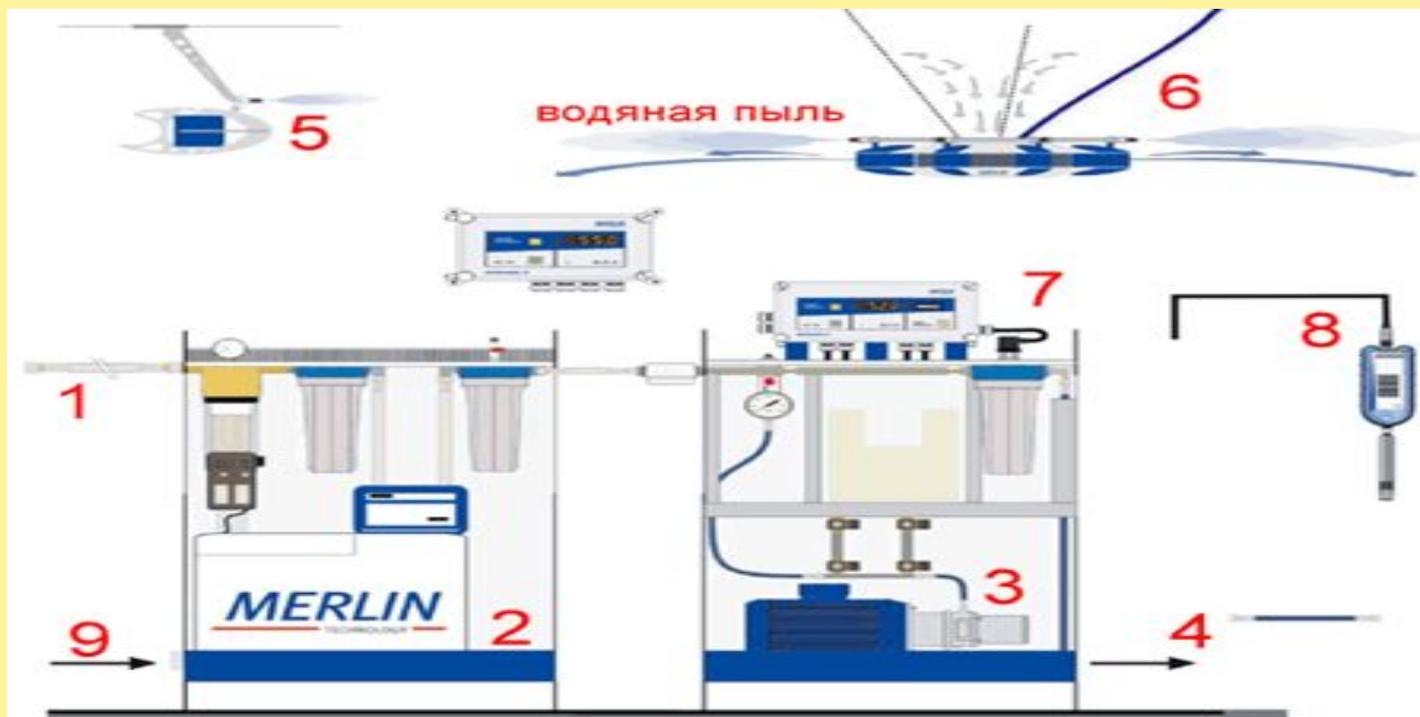
Домашний увлажнитель воздуха



Промышленный увлажнитель воздуха



Автоматическая система увлажнения воздуха



- 1. Подвод воды
- 2. Устройство для смягчения воды
- 3. Гидронасос
- 4. Шланг высокого давления
- 5, 6. Устройства для парообразования со встроенными вентиляционными системами
- 7. Блок автоматического управления
- 8. Датчик влажности
- 9. Водоотвод

Осушители воздуха

Для осушения воздуха в бассейнах, аквапарках, прачечных, производственных помещениях, складах, подвалах используют осушители воздуха. Принцип их работы основан на конденсации влаги при соприкосновении воздуха с холодной поверхностью. Фактически, осушитель воздуха является кондиционером: вентилятор подает воздух из помещения на испаритель (радиатор с пониженной температурой), при этом воздух охлаждается, влага из воздуха конденсируется и стекает в поддон, затем осушенный воздух подается на конденсатор (радиатор с повышенной температурой), где нагревается и подается в помещение. Основной характеристикой осушителя воздуха является производительность, которая определяет сколько воды в единицу времени сможет удалить осушитель при определенной температуре и влажности воздуха.

Производительность измеряется в "литрах в сутки" и составляет для бытовых и полупромышленных моделей от 12 до 300 л/сутки.



Бытовой осушитель воздуха



Комнатный стационарный осушитель воздуха





Мобильный осушитель воздуха

Как образуется роса?

В воздухе содержится определенное количество влаги. Теплый воздух содержит больше влаги, чем холодный. Когда воздух соприкасается с холодной поверхностью, часть его конденсируется, и влага, содержащаяся в нем, остается на этой поверхности. Это и есть роса.

Температура такой прохладной поверхности должна быть ниже определенной величины, при которой образуется роса. Эта величина называется "точкой росы". Роса не образуется на земле или тропинках, так как они долго сохраняют солнечное тепло. А на траве

или растениях, которые остыли, роса образуется. Но только незначительная часть влаги, которую мы наблюдаем на растениях утром, является росой.

Основная часть влаги (а иногда и вся влага) произведена самим растением.



Как образуется туман?

Туман — это обычное облако, но только лежащее на поверхности земли или моря. Оно состоит из водяных капелек, слишком маленьких, чтобы их можно было увидеть. Но их так много, что объекты, находящиеся рядом, плохо различимы. Туман образуется, когда воздух, насыщенный водяными парами, охлаждается до температуры, ниже точки росы.



Как образуется иней?

При охлаждении избыток воды собирается на поверхности предметов. Когда температура опускается ниже 0°C , вода затвердевает и кристаллики льда покрывают поверхность тел. Иней, который часто называют "изморозью", бывает двух видов:

гранулированный и кристаллический.

Гранулированный иней - это просто замерзший туман. Кристаллический иней образуется из водяных паров воздуха на растениях.



Как образуется дождь?

Когда капельки воды в облаке сливаются друг с другом, они как бы набухают, увеличиваясь в размере (с Земли мы наблюдаем это как превращение белых облаков в серые тучи). Наконец, капли становятся настолько тяжелыми, что проливаются на Землю — начинается дождь.

Маленькие капли воды почти идеально круглые, потому что их собирает в шар сила поверхностного натяжения. А вот капли побольше имеют вытянутую форму, потому что они слишком тяжелые и силы поверхностного натяжения не хватает на то, чтобы удержать их в форме шара.

Как образуется град?

Град образуется, когда дождевые капли по пути к земле проходят через слой холодного воздуха и замерзают. Из отдельных дождевых капель получаются очень маленькие градинки. Когда маленькие градины падают и встречают по пути сильные восходящие воздушные потоки, они могут подняться обратно до того уровня, где образуются дождевые капли. К градине пристают новые капли, и когда она вновь пролетает через холодные слои, вода обволакивает ее и замерзает, увеличивая таким образом размер градины.

Поднимание и опускание градины может происходить неоднократно до тех пор, пока на ней не нарастет количество слоев, увеличивающее ее вес настолько, что она оказывается в состоянии преодолеть силу восходящих воздушных потоков и падает на землю.

Таким образом появляются градины диаметром в 8-10 сантиметров и весом до 0,5 кг.

Как образуются снежинки?

Зимой ветер гонит облака со стороны более теплых океанов к суше, где температура ниже и водяной пар при температуре ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ превращается в мельчайшие кристаллики льда, которые, проходя сквозь другие облака, соединяются с другими кристалликами и образуют снежинки.



Чем отличается туман, иней, роса от дождя и снега?

Туман, иней, роса отличаются от дождя и снега тем, что водяной пар охлаждается до капелек воды (туман) или кристалликов льда (иней) прямо у поверхности Земли, не поднимаясь для этого вверх в атмосферу.

Каким слушателем вы себя считаете?



УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ

1. Процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий с поверхности жидкости
 2. Процесс перехода вещества из жидкости в газ
 3. Процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий по всему объему жидкости
 4. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью
 5. Пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью
 6. Процесс переход вещества в жидкое или твёрдое состояние из газообразного
- A. Парообразование
 - B. Кипение
 - C. Испарение
 - D. Ненасыщенный пар
 - E. Конденсация
 - F. Насыщенный пар

Верно утверждение?

1. Молекулы идеального газа не взаимодействуют между собой.
2. С увеличением температуры объем увеличивается газа
3. С ростом давления объем идеального газа увеличивается.
4. Давление идеального газа не зависит от температуры.
5. Все газы при охлаждении уменьшаются в объёме.
6. Молекулы газа непрерывно движутся.
7. При абсолютном нуле прекращается всякое движение молекул.
8. Масса молекул идеального газа равна нулю
9. При уменьшении давления объем идеального газа увеличивается
10. При увеличении температуры давление идеального газа уменьшается.

ОТВЕТЫ

1. Процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий с поверхности жидкости – В (кипение).
2. Процесс перехода вещества из жидкости в газ – С (испарение).
3. Процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий по всему объему жидкости – А (парообразование).
4. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью – F (насыщенный пар).
5. Пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью – D (ненасыщенный пар).
6. Процесс переход вещества в жидкое или твёрдое состояние из газообразного – E (конденсация)

1. Молекулы идеального газа не взаимодействуют между собой.
(+)
2. С увеличением температуры объем увеличивается газа. (+)
3. С ростом давления объем идеального газа увеличивается. (-)
4. Давление идеального газа не зависит от температуры. (-)
5. Все газы при охлаждении уменьшаются в объёме. (+)
6. Молекулы газа непрерывно движутся. (+)
7. При абсолютном нуле прекращается всякое движение молекул. (+)
8. Масса молекул идеального газа равна нулю (-)
9. При уменьшении давления объем идеального газа увеличивается (-)
10. При увеличении температуры давление идеального газа уменьшается. (-)

Домашнее задание

1. Почему очень медленно сохнет бельё, сложенное в кучу?
2. Почему вспотевшему человеку вредно выходить на сухой и холодный воздух?
3. В морозный день в открытую форточку тёплой комнаты "валит" густой туман. Почему?
4. Почему даже в жаркий день, выйдя из реки после купания, человек ощущает холод,
5. Почему в зимнее время усы, борода и даже волосы на голове во время пребывания на улице покрываются инеем?
6. Почему продолжительность варки мяса до готовности не зависит от того, на сильном или слабом огне кипит бульон?

Спасибо за урок!

