

**Испарение и  
конденсация.**

**Насыщенный пар.**

**Влажность воздуха**

**Парообразование** –  
процесс перехода  
вещества из  
жидкого состояния  
в газообразное

**Конденсация** –  
процесс перехода  
вещества из  
газообразного  
состояния в жидкое

**Виды парообразования:**  
**□ Испарение**  
**□ кипение**

**От каких факторов зависит  
скорость испарения?**

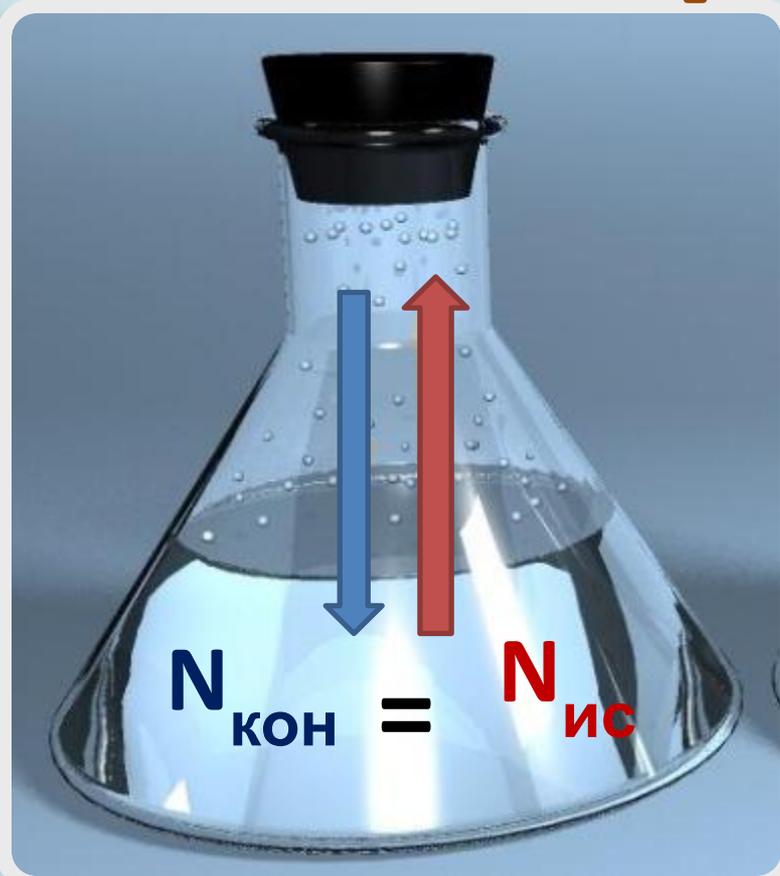
**От рода жидкости**

**От температуры**

**От площади свободной  
поверхности**

**От притока воздуха**

# Рассмотрим процессы, происходящие в закрытом сосуде



С течением времени в сосуде устанавливается

динамическое  
равновесие

(число молекул, покидающих жидкость в единицу времени, равно числу молекул, возвращающихся в жидкость)

Пар, находящийся в состоянии динамического равновесия со своей жидкостью, называется **НАСЫЩЕННЫМ**

# Свойства насыщенного пара :

- при постоянной температуре давление насыщенного пара **не** зависит от объёма (закон Бойля – Мариотта не выполняется)
- при постоянном объёме давление насыщенного пара с ростом температуры увеличивается быстрее (закон Гей – Люссака не выполняется)
- уравнение  $p=nkT$  описывает состояние насыщенного пара только приближенно

**Атмосфера** – воздушная оболочка, состоящая из смеси газов и водяного пара

$O_2 + N_2 + CO_2$   
21%+77%+0.3%

**Влажность воздуха** – содержание водяных паров

# Точка росы



Сухость или влажность воздуха зависит от того, насколько близок его водяной пар к насыщению.

Если влажный воздух охладить, то находящийся в нем пар можно довести до насыщения, и далее он будет конденсироваться.



Признаком того, что пар насытился является появление первых капель сконденсировавшейся жидкости - **росы**.



Температура, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным, называется **точкой росы**.



# ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

## АБСОЛЮТНАЯ

$\rho$  - количество водяного пара, содержащегося в  $1 \text{ м}^3$  воздуха, т.е.

**ПЛОТНОСТЬ ВОДЯНОГО пара.**

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{M p}{RT}$$

$p$  - парциальное давление водяного пара - давление, которое производил бы водяной пар, если бы другие газы отсутствовали

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ

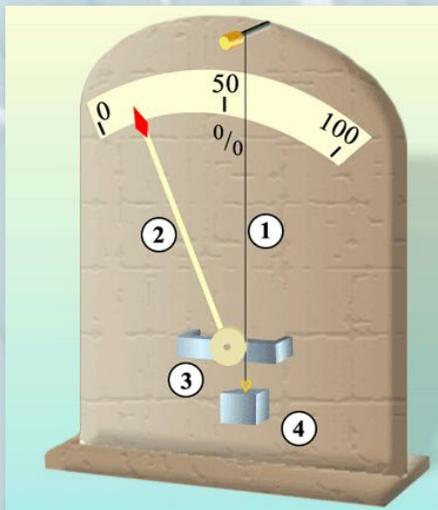
$\varphi$  - относительная влажность воздуха - показывает, как далек пар от насыщения (%)

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{н.п.}} \cdot 100\%$$

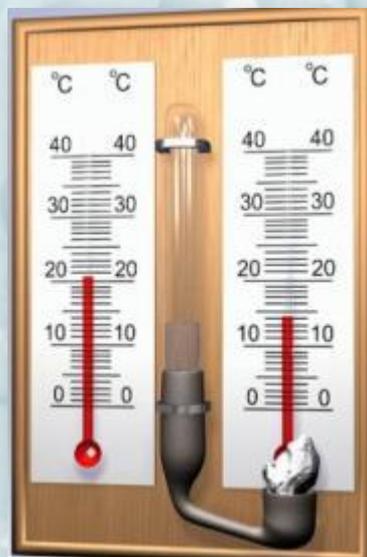
отношение парциального давления  $P$  и водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению  $P_{н.п.}$  насыщенного пара при той же температуре, выраженной в процентах.

# Приборы для определения относительной влажности воздуха

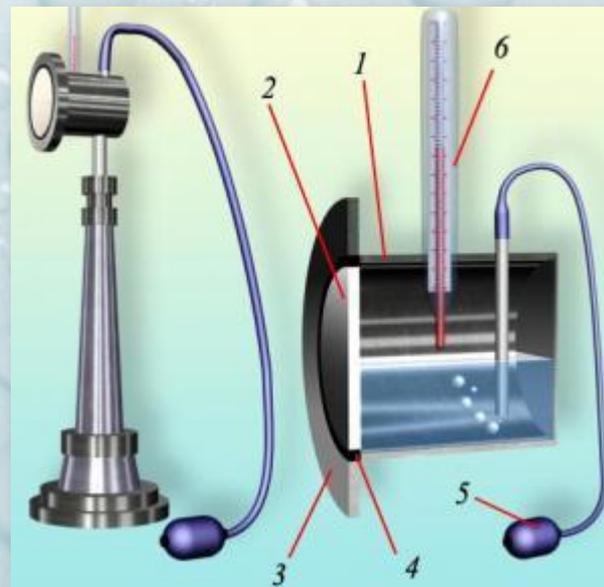
Волосной  
гигрометр



Психрометр



Конденсационный  
гигрометр



# Волосной гигрометр



- 1 - волос
- 2 - стрелка
- 3 - ролик
- 4 - груз

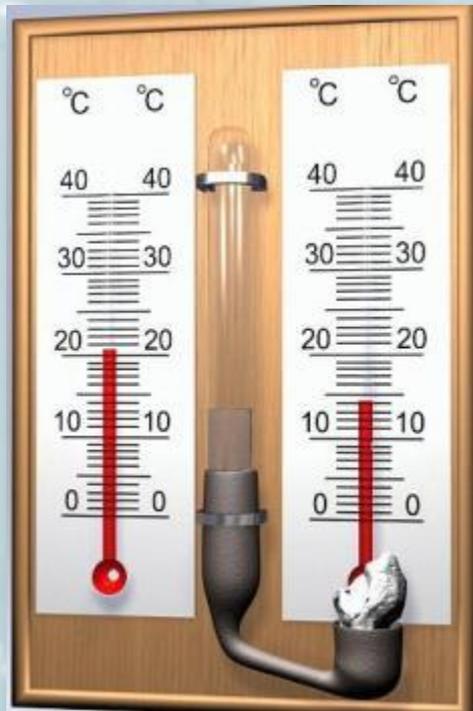


Принцип действия волосного гигрометра основан на свойстве обезжиренного волоса (человека или животного) **изменять свою длину в зависимости от влажности воздуха, в котором он находится.**



# Психрометр

В психрометре есть два термометра. Один - обычный, его называют **сухим**. Он измеряет температуру окружающего воздуха. Колба другого термометра обмотана тканевым фитилем и опущена в емкость с водой. Второй термометр показывает не температуру воздуха, а **температуру влажного фитиля**, отсюда и название **увлажненный термометр**.



Показания сухого термо- метра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометра, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37

# Зона комфорта для человека.

влажность

60%

40%

20 °C

25 °C

температура



Зона комфорта

# Значение влажности воздуха

От влажности зависит интенсивность испарения влаги с

поверхности кожи человека. А испарение влаги имеет большое значение для поддержания температуры тела постоянной. Наиболее благоприятная для человека относительная влажность воздуха (40-60%). Высокую температуру легче переносить при сухом воздухе. Поэтому 40° С в сухой пустыне могут не так сильно изнурять, как 30° С в городе после ливня, когда влажность доходит до 70%. Чтобы не перегреться, организму в жару надо бы интенсивно потеть, но при высокой влажности пот не будет успевать высыхать, а будет, как говорят, лить ручьём, что не даст спасительного охлаждения тела. Низкая влажность воздуха в жарких странах используется и в медицинских целях. В частности, для лечения почек, когда требуется ослабить нагрузку на них. При высокой температуре воздуха и низкой влажности человек, сильно потея, выводит влагу из организма большей частью не через почки, а через кожу.

Большое значение имеет знание влажности в метеорологии для предсказания погоды. Конденсация водяного пара приводит к образованию облаков и последующему выпадению осадков.

В ткацком, кондитерском и других производствах для нормального течения процесса необходима определённая влажность. Хранение произведений искусства и книг требует поддержания влажности воздуха на необходимом уровне. Поэтому в музеях на стенах вы можете видеть психрометры.

# Установи соответствие

**А. парообразование**

1. Процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий с поверхности жидкости

**Б. насыщенный пар**

2. Процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий по всему объему жидкости

**В. кипение**

3. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью

**Г. ненасыщенный пар**

4. Процесс перехода вещества из жидкости в газ

**Д. испарение**

5. Пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью

# Интересные явления, связанные с водяным паром в воздухе.

**Облака** — взвешенные в атмосфере продукты конденсации водяного пара, видимые на небе с поверхности земли. Облака состоят из мельчайших капель воды и/или кристаллов льда (называемых *облачными элементами*). Капельные облачные элементы наблюдаются при температуре воздуха в облаке выше  $-10^{\circ}\text{C}$ ; от  $-10$  до  $-15^{\circ}\text{C}$  облака имеют смешанный состав (капли и кристаллы), а при температуре в облаке ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  — кристаллические.



# Интересные явления, связанные с водяным паром в воздухе.

**Туман** – атмосферное явление, скопление в воздухе мельчайших продуктов конденсации водяного пара (при температуре воздуха выше  $-10^{\circ}$  это мельчайшие капельки воды, при  $-10...-15^{\circ}$  – смесь капелек воды и кристалликов льда, при температуре ниже  $-15^{\circ}$  – кристаллики льда, сверкающие в солнечных лучах или в свете луны и фонарей).

Относительная влажность воздуха при туманах обычно близка к 100 % (по крайней мере, превышает 85-90 %).



# Интересные явления, связанные с водяным паром в воздухе.

**Роса** – вид атмосферных осадков, образующихся на поверхности земли, растениях, предметах, крышах зданий, автомобилях и других предметах.

Из-за охлаждения воздуха водяной пар конденсируется на объектах вблизи земли и превращается в капли воды. Это происходит обычно ночью. В пустынных регионах роса является важным источником влаги для растительности.



# Интересные явления, связанные с водяным паром в воздухе.

**Иней** – один из видов нарастающих твёрдых атмосферных осадков. Представляет собой тонкий слой кристаллического льда различной мощности. Кристаллы инея при слабых морозах имеют форму шестиугольных призм, при умеренных – пластинок, а при сильных – тупоконечных игл. Иней образуется путём десублимации водяного пара из воздуха на различных поверхностях.



# Интересные явления, связанные с водяным паром в воздухе.

## Эффект Прандтля – Глоерта

явление, заключающееся в возникновении облака позади объекта, летящего на околосвуковой скорости в условиях повышенной влажности воздуха. Чаще всего наблюдается у самолётов. При очень высокой влажности этот эффект возникает также при полётах на меньших скоростях.



# Интересные явления, связанные с водяным паром в воздухе.

**Паргелий** (от др.-греч. пара- и ἥλιος «солнце» – ложное солнце) – один из видов гало, выглядит как светлое радужное пятно на уровне солнца. Возникает вследствие преломления солнечного света в анизотропно ориентированных кристалликах льда, парящих в атмосфере.

