

Понятие фазы вещества.  
Насыщенный пар и его  
свойства. Влажность воздуха.  
Приборы для измерения  
влажности воздуха.

# Понятие фазы вещества.

Если система разделяется на граничащие друг с другом однородные части, находящиеся в физически различных состояниях, то эти части называются

## **фазами системы**

**Фазовое равновесие** – состояние, в котором две или больше различных фаз вещества при данных температуре и давлении существуют одновременно, соприкасаясь друг с другом и если при этом масса одной из фаз не растет за счет другой.

**Фазовый переход** – переход вещества из одного состояния (фазы) в другое называется фазовым переходом.

# Насыщенный пар

## Процессы

испарение

конденсация

## Насыщенный пар

- пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью.

**Динамическое равновесие** – состояние, при котором число молекул, переходящих из жидкости в пар (испаряющихся) равно числу молекул, переходящих обратно в жидкость (конденсирующихся).

# Насыщенный пар

## Давление насыщенного пара

- давление пара  $p_0$ , при котором жидкость находится в равновесии со своим паром.

# Влажность воздуха.

Атмосферный воздух

Смесь различных газов и водяного пара

Вещество	Обозначение	По объёму, %	По массе, %
Азот	N <sub>2</sub>	78,084	75,50
Кислород	O <sub>2</sub>	20,9476	23,15
Аргон	Ar	0,934	1,292
Углекислый газ	CO <sub>2</sub>	0,0314	0,046
Неон	Ne	0,001818	0,0014
Метан	CH <sub>4</sub>	0,0002	0,000084
Гелий	He	0,000524	0,000073
Криптон	Kr	0,000114	0,003
Водород	H <sub>2</sub>	0,00005	0,00008
Ксенон	Xe	0,0000087	0,00004

# Влажность воздуха.

Парциальное давление (упругость) водяного пара



- давление, которое производил бы водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали.

Единицы измерения:



Па



Мм. рт. столба

# Влажность воздуха.

Характеристика влажности воздуха



плотность водяного пара  $\rho$ ,  
содержащегося в воздухе

Абсолютная влажность



$\text{Г/м}^3$



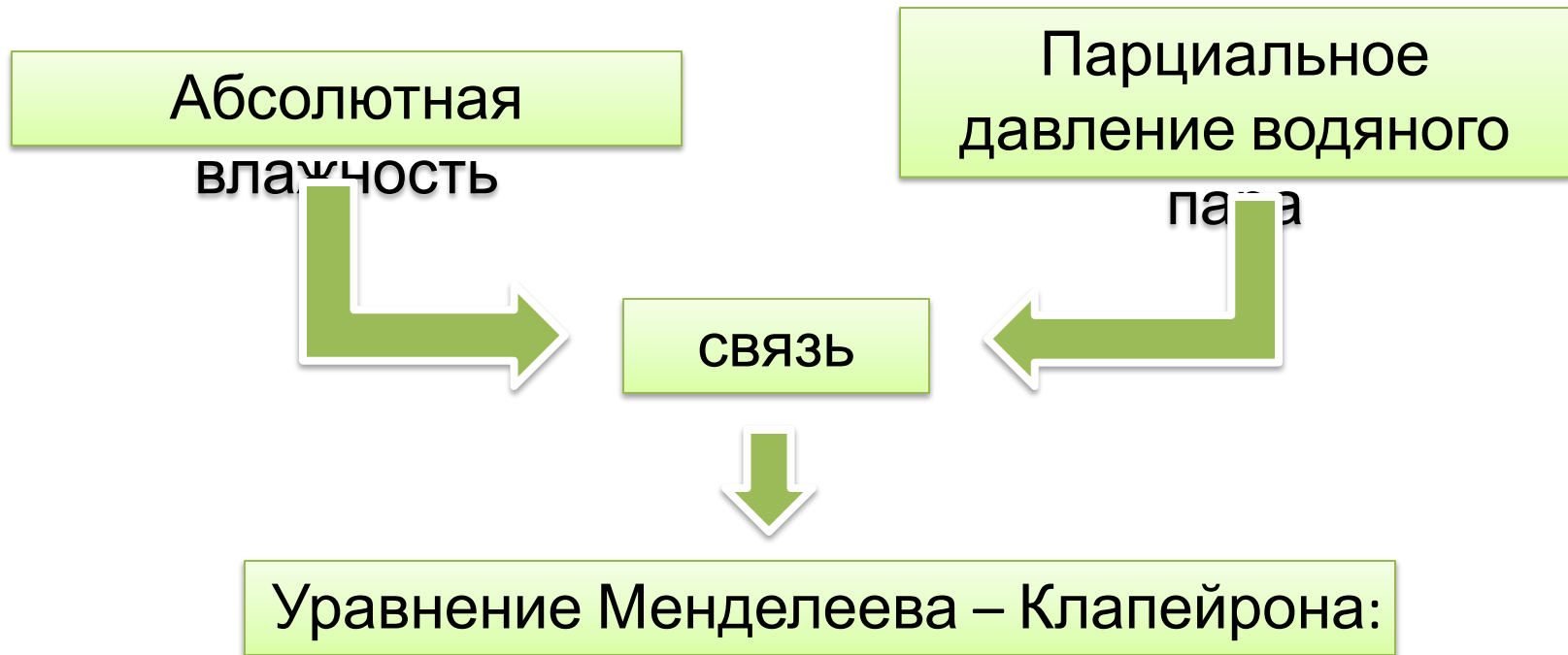
показывает

$T$



Сколько  
водяного пара в  
граммах  
содержится в 1  
 $\text{м}^3$  воздуха

# Влажность воздуха.

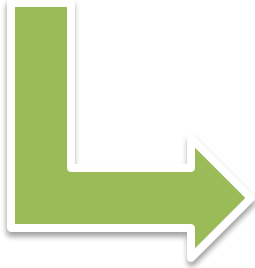


$$p = \frac{1}{M} \frac{m}{V} RT = \frac{\rho}{M} RT$$



# Влажность воздуха.

Относительная влажность



показывает насколько водяной пар при данной температуре близок к насыщению.

Насколько водяной пар в данных условиях далек от насыщения?

зависит:

потеря влаги живыми организмами

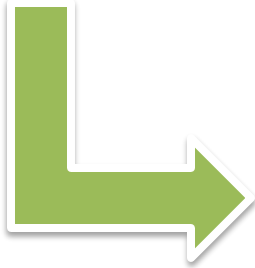
быстрота высыхания почвы, тканей

увядание растений

# Влажность воздуха.

Относительная влажность

$\varphi$



- это выраженное в процентах отношение парциального давления  $p$  водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению  $p_0$  насыщенного пара при той же температуре

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% \quad \text{или} \quad \varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$$

# Влажность воздуха.

Давление насыщенного водяного пара (мм рт. ст.)  
и его плотность (г/м<sup>3</sup>, или 10<sup>-3</sup> кг/м<sup>3</sup>)

Давление и плотность насыщенного водяного пара при разных температурах можно найти, воспользовавшись специальными таблицами, которые есть в справочниках или задачниках по физике:

Температура, °С	Давление	Плотность	Температура, °С	Давление	Плотность
-10	1,95	2,14	11	9,8	10,0
-9	2,13	2,33	12	10,5	10,7
-8	2,32	2,54	13	11,2	11,4
-7	2,53	2,76	14	12,0	12,1
-6	2,76	2,99	15	12,8	12,8
-5	3,01	3,24	16	13,6	13,6
-4	3,28	3,51	17	14,5	14,5
-3	3,57	3,81	18	15,5	15,4
-2	3,88	4,13	19	16,5	16,3
-1	4,22	4,47	20	17,5	17,3
0	4,58	4,84	21	18,7	18,3
1	4,9	5,2	22	19,8	19,4
2	5,3	5,6	23	21,1	20,6
3	5,7	6,0	24	22,4	21,8
4	6,1	6,4	25	23,8	23,0
5	6,6	6,8	26	25,2	24,4
6	7,0	7,3	27	26,7	25,8
7	7,5	7,8	28	28,4	27,2
8	8,0	8,3	29	30,0	28,7
9	8,6	8,8	30	31,8	30,3
10	9,2	9,4	100	760	600
			200	11 628	

# Влажность воздуха.

## ПСИХОМЕТРИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров в град.												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Относительная влажность, %												
0	100	81	63	45	28	11							
1	100	83	65	48	32	16							
2	100	84	68	51	35	20							
3	100	84	69	54	39	24	10						
4	100	85	70	56	42	28	14						
5	100	86	72	58	45	32	19	6					
6	100	86	73	60	47	35	23	10					
7	100	87	74	61	49	37	26	14					
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7				
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11				
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5			
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8			
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11			
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6		
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9		
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5	

# Влажность воздуха.

## ТОЧКА РОСЫ



- это температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы находящийся в нем водяной пар достиг состояния насыщения (при данной влажности воздуха и неизменном давлении)

Давление насыщенного водяного пара при температуре воздуха, равной точке росы, и есть парциальное давление водяного пара, содержащегося в атмосфере

При охлаждении воздуха до точки росы начинается конденсация паров: роса, туман

# Влажность воздуха.

Приборы для измерения влажности воздуха



Волосной гигрометр

Психрометр

# Влажность воздуха.

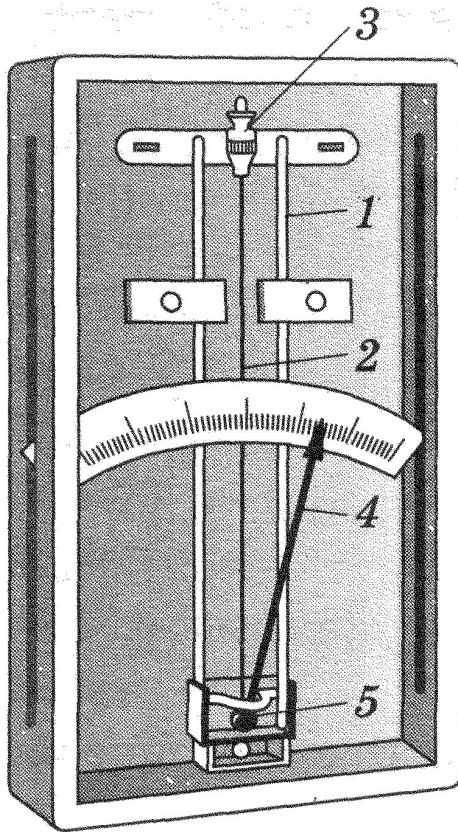
**Волосной гигрометр**



Действие основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса удлиняться при увеличении относительной влажности.

# Влажность воздуха.

## Волосной гигрометр



1 – металлические стойки;

2 – обезжиренный человеческий волос;

3 – гайка, регулирующая натяжение волоса;

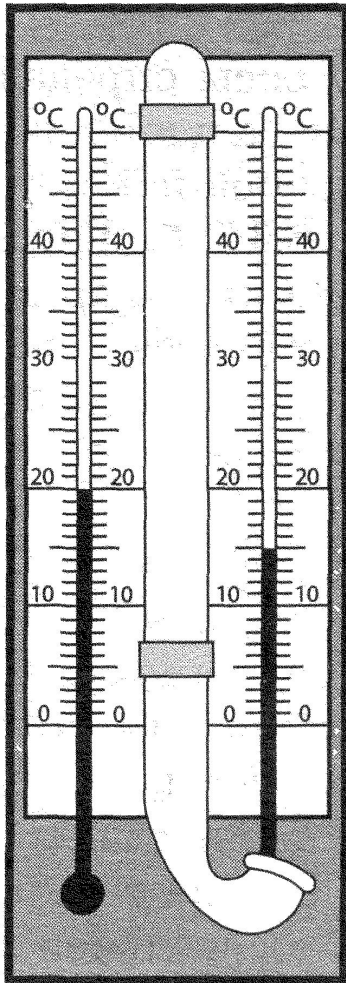
4 – стрелка с противовесом;

5 – блок, на котором укреплена стрелка с противовесом



# Влажность воздуха.

## Психрометр



Состоит из двух термометров: сухого и влажного. Резервуар сухого – остается сухим -> термометр показывает температуру воздуха  
Резервуар влажного – окружен полоской ткани, конец которой опущен в воду.  
Вода испаряется -> термометр охлаждается.  
Чем больше относительная влажность, тем менее интенсивно идет испарение -> тем меньше разность показаний термометров.  
При относительной влажности, равной 100% , вода вообще не будет испаряться и показания обоих термометров будут одинаковы.  
**По разности температур термометров с помощью психометрических таблиц, можно определить относительную влажность воздуха.**

# Влажность воздуха.

## Задача

1. В комнате объемом  $120 \text{ м}^3$  при температуре  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  относительная влажность  $60\%$ . Определите массу водяных паров в воздухе. Давление насыщенного водяного пара при температуре  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет  $1,71 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Молярная масса воды  $18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$ .