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

http://eduquest.ucoz.ru

# 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

конденсаци

Я

#### 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 **р**<sub>0</sub>, при котором жидкость находится в равновесии со своим паром.

#### Атмосферный воздух

#### Смесь различных газов и водяного пара

Вещество	Обозначение	По объёму, %	По массе, %		
Азот	N <sub>2</sub>	78,084	75,50		
Кислород	0,	20,9476	23,15		
Аргон	Ar	0,934	1,292		
Углекислый	CO	0,0314	0,046		
газ	CO <sub>2</sub>	0,0314			
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		

Парциальное давление (упругость) водяного пара



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

#### Единицы измерения:





Па

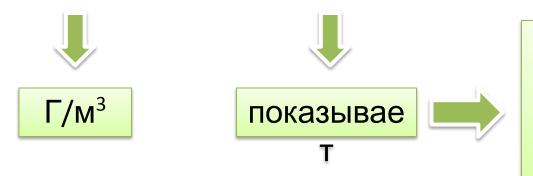
Мм. рт. столба

Характеристика влажности воздуха



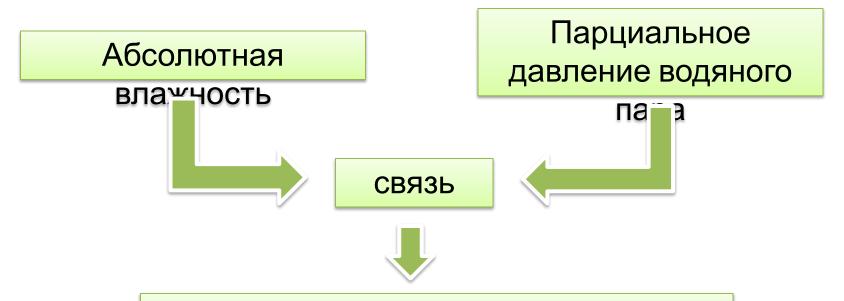
плотность водяного пара р, содержащегося в воздухе

#### Абсолютная влажность



Сколько водяного пара в граммах содержится в 1

м<sup>3</sup> воздуха



Уравнение Менделеева – Клапейрона:

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

Относительная влажность



показывает насколько водяной пар при данной температуре близок к насыщению.

Насколько водяной пар в данных условиях далек от насыщения?

потеря влаги живыми организмами

быстрота высыхания почвы, тканей

увядание растений

зависит:

#### Относительная влажность





- это выраженное в процентах отношение парциального давления  $\mathbf{p}$  водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению  $\mathbf{p}_0$  насыщенного пара при той же температуре

$$\phi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$$
 или  $\phi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$ 

Давление насыщенного водяного пара (мм рт. ст.) и его плотность (г/м³, или 10<sup>-3</sup> кг/м³)

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

Температу- ра, °С	Давление	Плотность	Температу- ра, °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	The state of the s	

#### ПСИХОМЕТРИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

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

#### ТОЧКА РОСЫ



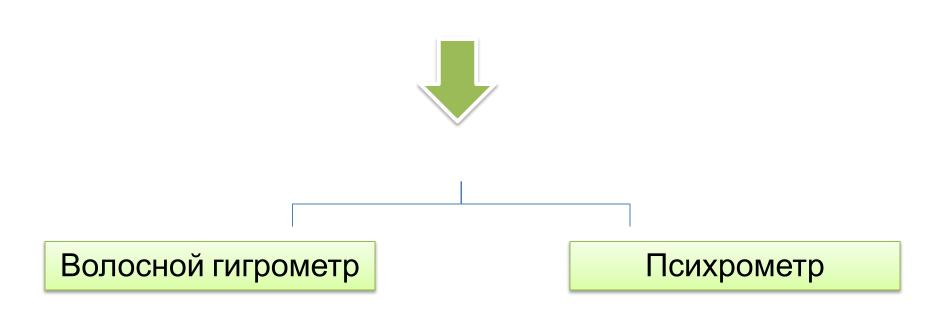
- это температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы находящийся в нем водяной пар достиг состояния насыщения (при данной влажности воздуха и неизменном давлении)

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

#### P STMOCHANA

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

Приборы для измерения влажности воздуха

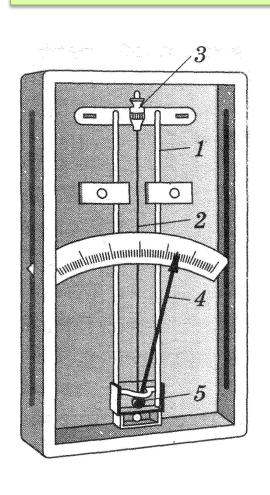


#### Волосной гигрометр



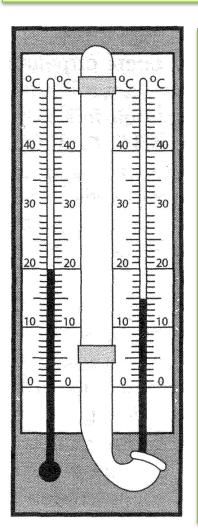
Действие основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса удлиняться при увеличении относительной влажности.

#### 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

#### 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.

#### Задача

1. В комнате объемом 120 м<sup>3</sup> при температуре 15 °C относительная влажность 60%. Определите массу водяных паров в воздухе. Давление насыщенного водяного пара при температуре 15 °C составляет 1,71·10<sup>3</sup> Па. Молярная масса воды 18·10<sup>-3</sup> кг/моль. R = 8,31 Дж/(моль·К).