

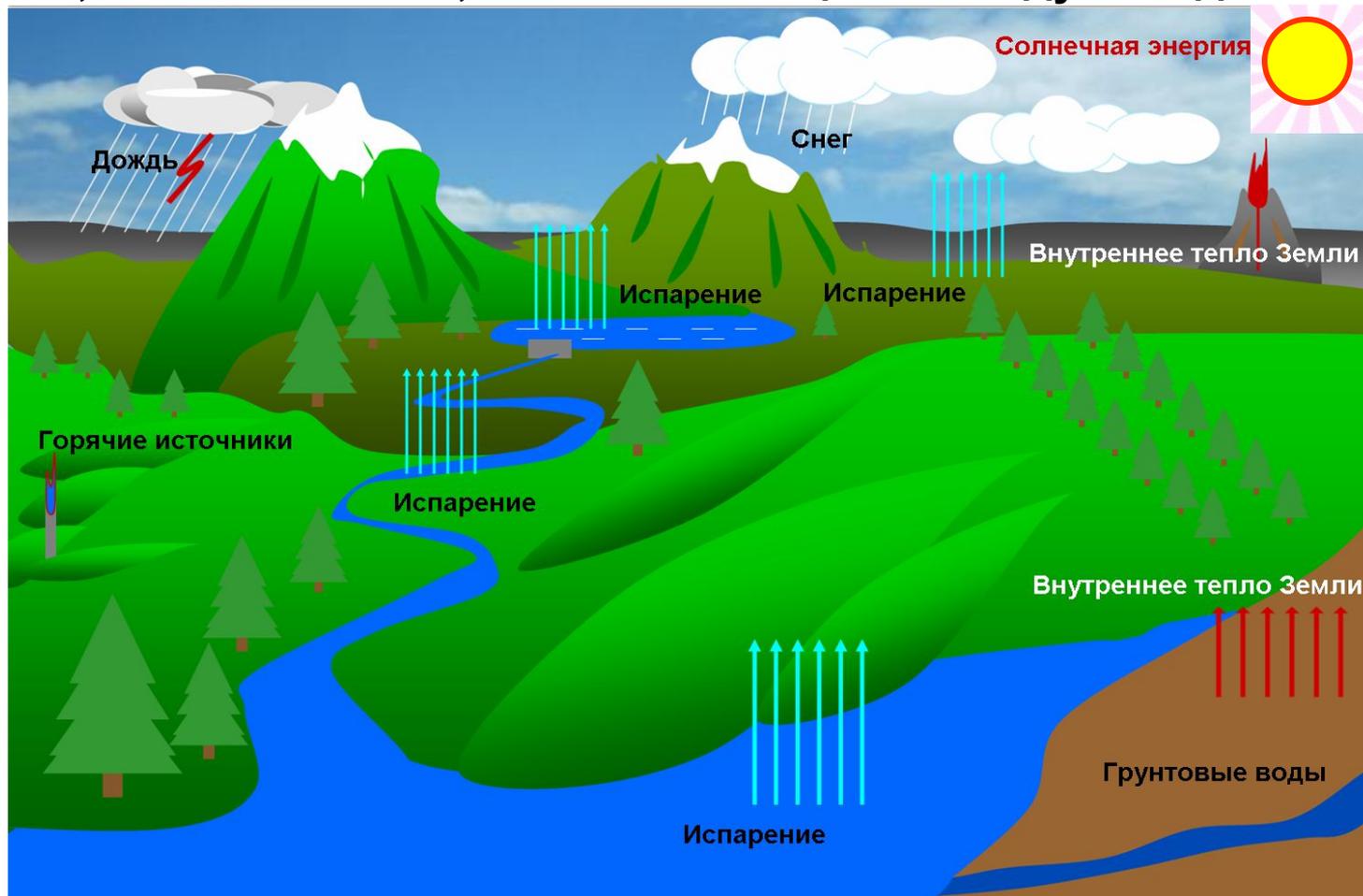


Урок 19

Влажность воздуха

Способы определения влажности воздуха

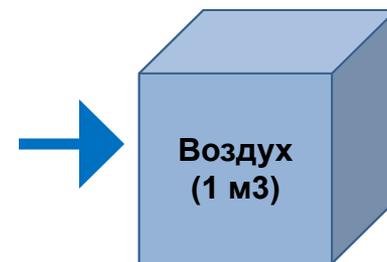
Важной характеристикой состояния атмосферы является влажность воздуха или, что то же самое, степень насыщения воздуха водяными парами.



Перемещение воздушных масс в атмосфере Земли приводит к тому, что в одних местах нашей планеты на данный момент испарение воды преобладает над конденсацией, а в других, наоборот, преобладает конденсация.

В зависимости от количества паров, находящихся при данной температуре в атмосфере, воздух бывает различной степени влажности.

Абсолютная влажность (ρ) показывает сколько граммов водяного пара содержится в воздухе объемом 1 м^3 при данных условиях, т.е. плотность водяного пара.



Степень влажности воздуха выражается отношением содержания водяных паров в воздухе к их содержанию при насыщении воздуха при данной температуре. Поэтому правильнее говорить не просто о влажности, а об относительной влажности.

Относительная влажность (φ) — это отношение плотности водяного пара (ρ), содержащегося в воздухе, к плотности насыщенного пара (ρ_0) при данной температуре, выраженное в процентах.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100 \%$$

Относительная влажность показывает насколько близок или далёк водяной пар от насыщения.

Если влажный воздух охладить, то при некоторой температуре находящийся в нём пар станет насыщенным. При дальнейшем охлаждении водяной пар начнёт конденсироваться (выпадает роса, иней, появляется туман).

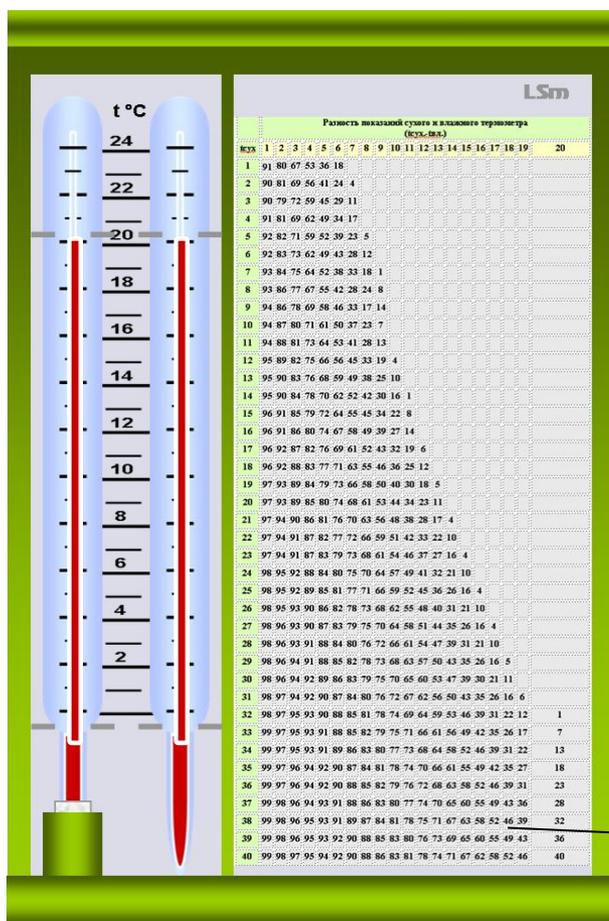
Температура, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным, называется **точкой росы**.



Точка росы также характеризует влажность воздуха. **Примеры:** выпадение росы под утро, запотевание холодного стекла, если на него подышать, образование капли воды на холодной водопроводной трубе, сырость в подвалах домов.

Температуру и относительную влажность воздуха определяют **психрометром**.

Мокрый термометр служит для определения температуры предела охлаждения воздуха при испарении. По сухому термометру определяют температуру воздуха. Разность показаний сухого и мокрого термометров ($t_c - t_m$) называется **психрометрической разностью**.



Порядок наблюдений по психрометру:

1. За 5 минут до срочного часа смачивают ткань на термометре. Для этого берут дистиллированную воду. За неимением таковой можно пользоваться чистой снеговой водой или использовать дождевую воду, предварительно пропущенную через фильтровальную бумагу или вату.
2. Через 4 минуты производят отсчет сухого и смоченного термометров психрометра.

Наблюдения по психрометру при температуре воздуха около нуля имеют следующие особенности:

1. Ткань в этом случае смачивают за 30 минут до наступления срока наблюдения.
2. После отсчета термометров определяется состояние ткани – «лед» или «вода». Для этой цели неотточенным концом карандаша или тонкой деревянной палочкой осторожно касаются лоскутка ткани на смоченном термометре и в зависимости от того, мягкая или твердая ткань, отмечают «в» или «л».

Психрометрическая таблица

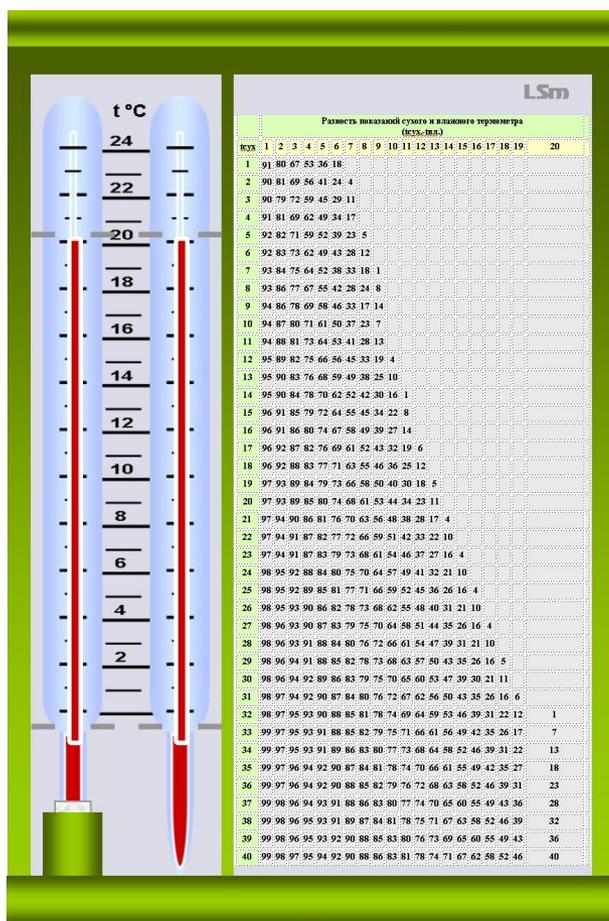
Сухой термометр

Влажный термометр

Марля

Сосуд с водой

Относительную влажность воздуха ϕ определяют психрометром, используя психрометрические таблицы (в которых влажность воздуха ϕ находят на пересечении вертикальных и горизонтальных граф, соответствующих значениям t_c и $t_c - t_m$).



	(влаж.-влаж.)																				
влаж.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	91	80	67	53	36	18															
2	90	81	69	56	41	24	4														
3	90	79	72	59	45	29	11														
4	91	81	69	62	49	34	17														
5	92	82	71	59	52	39	23	5													
6	92	83	73	62	49	43	28	12													
7	93	84	75	64	52	38	33	18	1												
8	93	86	77	67	55	42	28	24	8												
9	94	86	78	69	58	46	33	17	14												
10	94	87	80	71	61	50	37	23	7												
11	94	88	81	73	64	53	41	28	13												
12	95	89	82	75	66	56	45	33	19	4											
13	95	90	83	76	68	59	49	38	25	10											
14	95	90	84	78	70	62	52	42	30	16	1										
15	96	91	85	79	72	64	55	45	34	22	8										
16	96	91	86	80	74	67	58	49	39	27	14										
17	96	92	87	82	76	69	61	52	43	32	19	6									
18	96	92	88	83	77	71	63	55	46	36	25	12									
19	97	93	89	84	79	73	66	58	50	40	30	18	5								
20	97	93	89	85	80	74	68	61	53	44	34	23	11								
21	97	94	90	86	81	76	70	63	56	48	38	28	17	4							
22	97	94	91	87	82	77	72	66	59	51	42	33	22	10							
23	97	94	91	87	83	79	73	68	61	54	46	37	27	16	4						
24	98	95	92	88	84	80	75	70	64	57	49	41	32	21	10						
25	98	95	92	89	85	81	77	71	66	59	52	45	36	26	16	4					
26	98	95	93	90	86	82	78	73	68	62	55	48	40	31	21	10					
27	98	96	93	90	87	83	79	75	70	64	58	51	44	35	26	16	4				
28	98	96	93	91	88	84	80	76	72	66	61	54	47	39	31	21	10				
29	98	96	94	91	88	85	82	78	73	68	63	57	50	43	35	26	16	5			
30	98	96	94	92	89	86	83	79	75	70	65	60	53	47	39	30	21	11			
31	98	97	94	92	90	87	84	80	76	72	67	62	56	50	43	35	26	16	6		
32	98	97	95	93	90	88	85	81	78	74	69	64	59	53	46	39	31	22	12		1
33	99	97	95	93	91	88	85	82	79	75	71	66	61	56	49	42	35	26	17		7
34	99	97	95	93	91	89	86	83	80	77	73	68	64	58	52	46	39	31	22		13
35	99	97	96	94	92	90	87	84	81	78	74	70	66	61	55	49	42	35	27		18
36	99	97	96	94	92	90	88	85	82	79	76	72	68	63	58	52	46	39	31		23
37	99	98	96	94	93	91	88	86	83	80	77	74	70	65	60	55	49	43	36		28
38	99	98	96	95	93	91	89	87	84	81	78	75	71	67	63	58	52	46	39		32
39	99	98	96	95	93	92	90	88	85	83	80	76	73	69	65	60	55	49	43		36
40	99	98	97	95	94	92	90	88	86	83	81	78	74	71	67	62	58	52	46		40

Сухой термометр

Влажный термометр

Марля

Сосуд с водой

Приведем примеры пользования психрометрической таблицей.



Пример 1. Дано: температура сухого термометра равна 22°C , мокрого - 16°C . Найти относительную влажность воздуха (φ).

Решение. Определяем величину психрометрической разности $(t_c - t_m) = 22^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C} = 6^{\circ}\text{C}$.

Находим в таблице значение температуры сухого термометра 22°C и перемещаемся по горизонтали до пересечения со столбцом, соответствующим психрометрической разности 6°C .

Стоящая на этом пересечении цифра **54** и есть относительная влажность воздуха в процентах.

Показания сухого термометра а	Разность показаний сухого и влажного термометров, $^{\circ}\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_c	Относительная влажность, %										
12	100	89	78	68	57	48		29	20	11	-
13	100	89	79	69	59	49		31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51		34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52		36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54		37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55		39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56		41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58		43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59		44	37	30	24
22							54	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31

Пример 2. Дано: температура сухого термометра равна 24°C, относительная влажность воздуха 62%. Найти температуру мокрого термометра.

Решение. Находим по таблице значение температуры сухого термометра (24°C). От нее идем по горизонтали до заданной цифры 62%.

И от нее по вертикали до пересечения с графой психрометрической разности. Психрометрическая разность равна 5°C.

Температура мокрого термометра равна $t_M = 24^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C} = 19^\circ\text{C}$

Показания сухого термометра tс	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
12	100	89	78	68	57		38	29	20	11	-
13	100	89	79	69	59		40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60		42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61		44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62		46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64		47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65		49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65		50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66		51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67		52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68		54	47	40	34	28
24						62	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31

Гигрометр (от греч. *hygga* — влага и *metreo* — измеряю) - прибор для определения содержания водяного пара в воздухе (для измерения влажности воздуха).

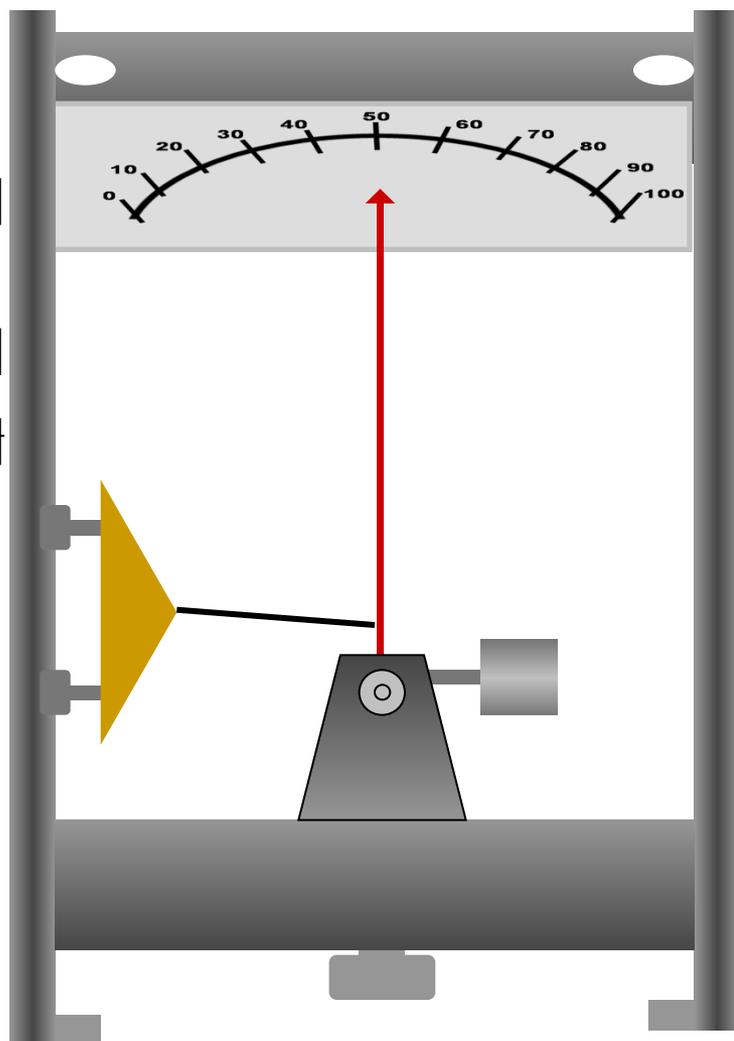
Существует несколько типов гигрометров, действие которых основано на различных принципах: волосной, пленочный, весовой и другие.

С помощью конденсационного гигрометра можно определить абсолютную влажность по точке росы.

Подготовить сообщение по теме (по выбору) (5 мин)

1. Как образуется роса, иней, дождь, снег.
2. Круговорот воды в природе.
3. Испарение в жизни растений.
4. Роль процессов испарения для животных организмов.
5. Объясните народные приметы:
«Соль мокнет – к дождю», «Лучина трещит и мечет искры – к ненастью»,
«Обильная роса – к хорошей погоде».

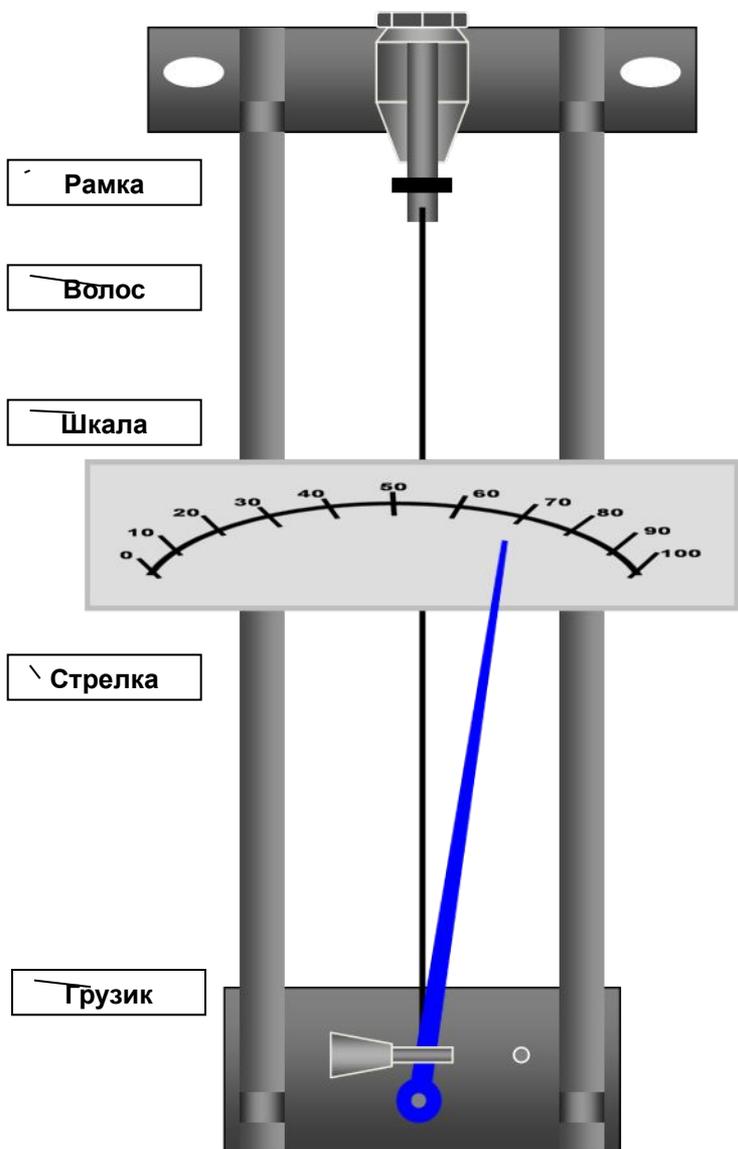
Пленочный гигрометр



Пленочный гигрометр имеет чувствительный элемент из органической пленки, которая растягивается при повышении влажности и сжимается при понижении. Изменение положения центра пленочной мембраны передаётся стрелке.

Волосной гигрометр

Действие **волосного гигрометра** основано на свойстве обезжиренного волоса человека или животного (обычно конский волос) изменять свою длину при изменении влажности воздуха, что позволяет измерять относительную влажность от 30 до 100 %. Волос натянут на металлическую рамку. К концу волоса прицеплен груз, при изменении длины он поворачивает блок со стрелкой. Конiec стрелки показывает относительную влажность по шкале.

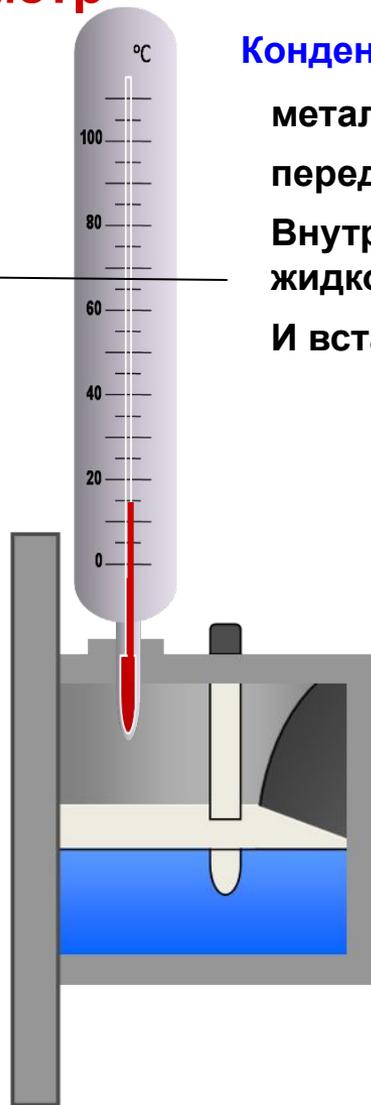
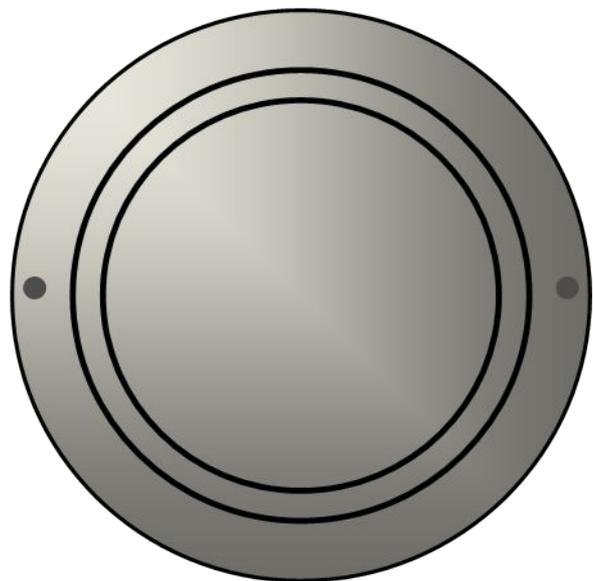


Конденсационный гигрометр

Термометр

Металлическая коробка

Передняя стенка коробки



Легко испаряющаяся жидкость

Конденсационный гигрометр представляет собой:
 металлическую коробку,
 передняя стенка которой хорошо отполирована.
 Внутри коробки наливают легко испаряющуюся жидкость — эфир.
 И вставляют термометр.



Предупреждение!!! В школе использование эфира запрещено!!!

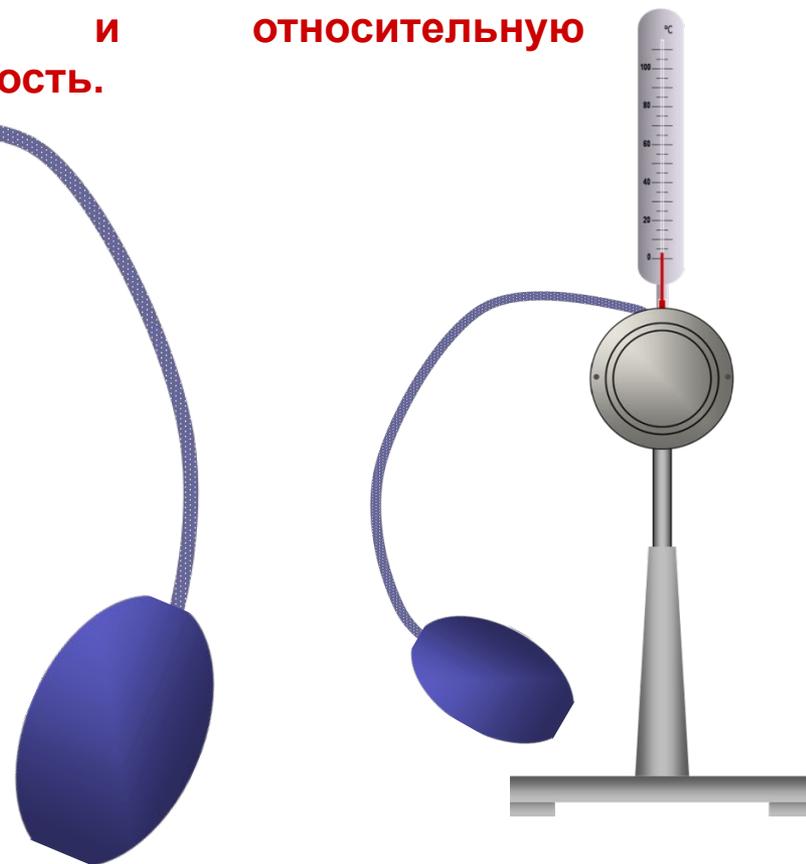
По термометру замечают температуру, при которой появляются капельки росы на полированной поверхности стенки.

Давление в области, прилегающей к стенке, можно считать постоянным, так как эта область сообщается с атмосферой и понижение давления за счет охлаждения компенсируется увеличением концентрации пара.



Пропуская через коробку воздух с помощью резиновой груши, вызывают сильное испарение эфира и быстрое охлаждение коробки.

Появление росы указывает, что водяной пар стал насыщенным. Зная температуру воздуха и точку росы, можно найти парциальное давление водяного пара и относительную влажность.



Зная точку росы, можно определить давление водяных паров и абсолютную и относительную влажность воздуха.

Например, точка росы равна 10°C, а температура воздуха равна 20 °C. Из таблицы находим, что при 10 °C давление насыщенного пара равно 9,21 мм рт. ст., а в 1 м³ содержится 9,4 г воды в виде пара. При 20°C давление насыщенного пара было бы равно 17,54 мм рт. ст. Следовательно, относительная влажность воздуха равна $\varphi = (9,21 : 17,54) \cdot 100 = 52,6 \%$.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100 \%$$

$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{ мм рт. ст.}$	$\rho, \text{ кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{ мм рт. ст.}$	$\rho, \text{ кг/м}^3$
-30	0,28	0,33	12	10,52	10,7
-28	0,35	0,41	14	11,99	12,1
-26	0,43	0,51	16	13,63	13,6
-24	0,52	0,60	18	15,48	15,4
-22	0,64	0,73	20	17,54	17,3
-20	0,77	0,88	22	19,83	19,4
-18	0,94	1,05	24	22,38	21,8
-16	1,13	1,27	26	25,21	24,4
-14	1,36	1,51	28	28,35	27,2
-12	1,63	1,80	30	31,82	30,3
-10	1,95	2,14	32	35,66	33,9
-8	2,32	2,54	34	39,90	37,6
-6	2,76	2,99	36	44,56	41,8
-4	3,28	3,51	38	49,69	46,3
-2	3,88	4,13	40	55,32	51,2
0	4,58	4,84	50	92,5	83,0
2	5,29	5,60	60	149,4	130
4	6,10	6,40	70	233,7	198
6	7,01	7,3	80	355,1	293
8	8,05	8,3	90	525,8	424
10	9,21	9,4	100	760,0	



Практическая работа «Определение относительной влажности воздуха в кабинете физики с помощью психрометра.

Цель работы: определить относительную влажность воздуха в кабинете.

Оборудование: термометр демонстрационный, термометр лабораторный, стакан с водой комнатной температуры, кусок марли, психрометрическая таблица.

Указания к работе.

1. С помощью демонстрационного термометра измерьте температуру воздуха в классе ($t_{\text{сух}}$).
2. Оберните резервуар термометра лабораторного марлей так, чтобы кончик ткани свободно свисал вниз, и закрепите его ниткой.
3. Держа термометр за его верхний край, опустите свисающую часть ткани в воду. Вода должна смочить ткань. При этом резервуар термометра должен оставаться выше уровня воды в стакане.
4. Наблюдая за показаниями термометра, запишите самое низкое показание термометра, это значит $t_{\text{влаж}}$.
5. Результаты измерений занесите в таблицу.

$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{сухого}} - t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность, φ , %

6. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха в классе.

7. Соответствует ли полученное значение СанПиН?

Д.З.

**§ 19. Ответить на вопросы (устно),
выучить определения.
№ 1154, 1165 (Л).**

Спасибо за урок!