

Воздуха.

**Лабораторная работа
"Определение
относительной влажности
воздуха" ..**

Цель урока:

- Ввести понятие абсолютной и относительной влажности воздуха, точки росы.
- Познакомиться с приборами для измерения влажности воздуха и методами её измерения.

Вопросы для повторения:

- Что называется парообразованием?
- Что называется испарением?
- От чего зависит испарение и при какой температуре происходит процесс испарения?
- Что такое конденсация и что вы можете сказать про энергетические процессы при конденсации?
- Что такое динамическое равновесие?
- Какой пар называется насыщенным, а какой не насыщенным?
- Что такое кипение?
- Что происходит с температурой кипения жидкости в процессе кипения и от чего она зависит?

между терминами и определениями

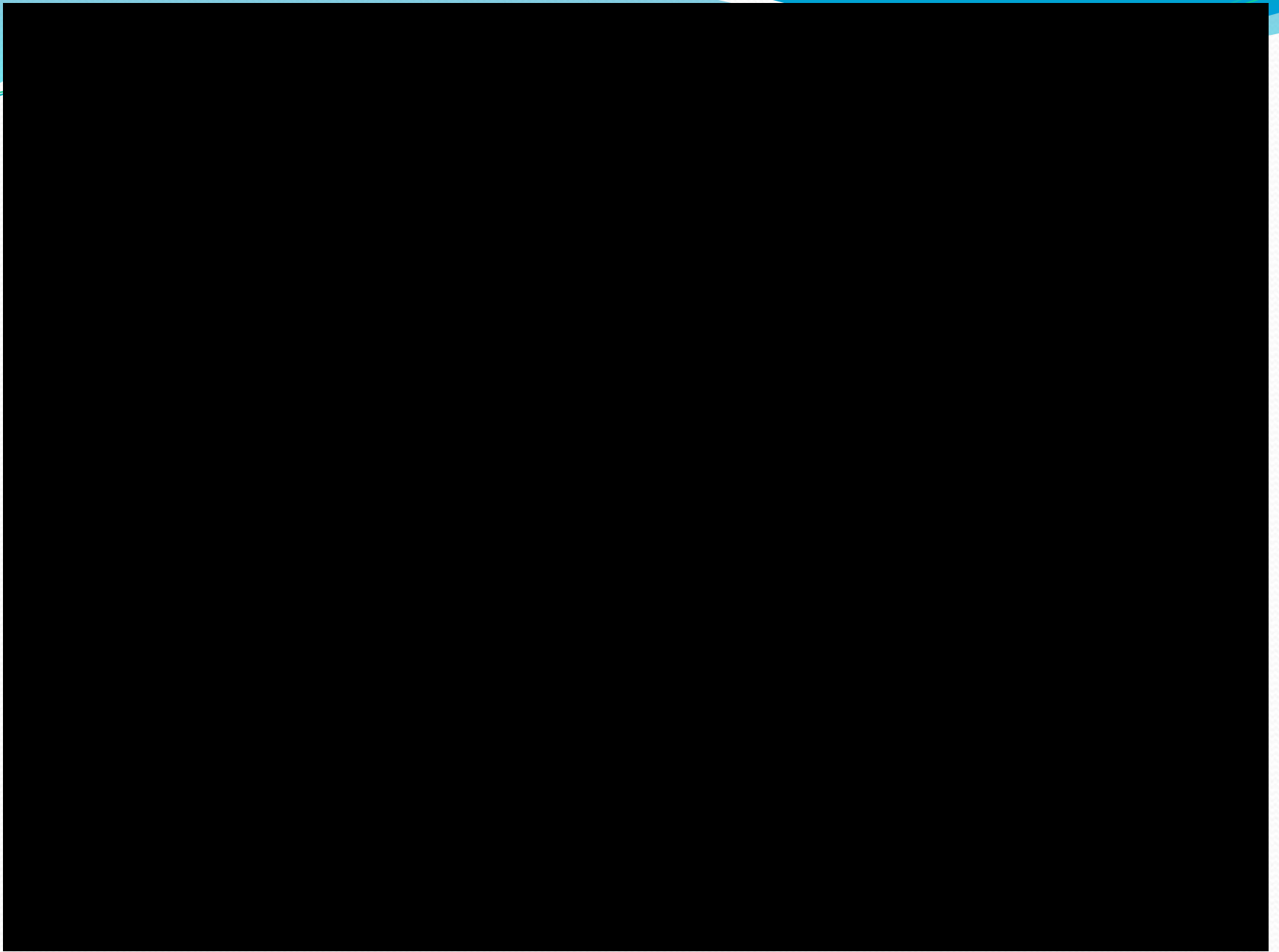
- 1) *процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий с поверхности жидкости*
 - 2) *процесс перехода вещества из жидкости в газ*
 - 3) *процесс перехода вещества из жидкости в газ, происходящий по всему объёму жидкости*
 - 4) *пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью*
 - 5) *пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью*
- В) *насыщенный пар*
 - А) *кипение*
 - О) *ненасыщенный пар*
 - Б) *испарение*
 - Р) *парообразование*

между терминами и определениями

- 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 объёму жидкости
 - 4) пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью
 - 5) пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью
- Б) испарение
- Р) парообразование
- А) кипение
- В) насыщенный пар
- О) ненасыщенный пар

*Содержание водяного пара
в атмосферном воздухе –
его **влажность** -
очень важная
метеорологическая характеристика*

[Видеофрагмент](#)



Вода занимает около 70,8 % земного шара.
Живые организмы содержат от 50 до 99,7 % воды.
В атмосфере находится около 13-15 тыс. куб. км воды.



Источники водяного пара в атмосфере: испарение воды с поверхности океанов, морей, водоемов, влажной почвы, растений.

Воздух в зависимости от количества паров, находящихся при данной температуре в атмосфере, делится на **сухой** и **влажный**.

Влажный воздух – воздух, содержащий водяные пары.

ρ — абсолютная влажность воздуха (плотность водяного пара при данных условиях);

ρ_0 - плотность насыщенного пара при данных условиях.

Обратите внимание:

1. По плотности водяного пара

нельзя судить о степени его насыщения.

2. Степень насыщения водяного пара зависит от количества водяных паров, давления и температуры.

Величины, характеризующие содержание водяного пара в воздухе

Абсолютная влажность	Упругость водяного пара	Относительная влажность
<p>ρ – величина, численно равная массе водяного пара, содержащегося в 1 м³ воздуха (плотность водяного пара в воздухе при данных условиях).</p> $[\rho] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	<p>p — это парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе.</p> $[p] = 1 \text{ мм.рт.ст.}$	<p>φ - отношение абсолютной влажности к плотности ρ_0 насыщенного пара при данной температуре, выраженное в процентах.</p> $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$

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

Чтобы судить о степени влажности воздуха, важно знать, близок или далёк водяной пар от насыщения.

Относительной влажностью воздуха φ

называют отношение абсолютной влажности воздуха ρ к плотности ρ_0 насыщенного водяного пара при той же температуре, выраженное в %.

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

Влажность воздуха



p - парциальное
давление водяного
пара, Па



φ - относительная
влажность
воздуха

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

p_0 - давление насыщенного пара при
данной температуре (по табл.№6)

```
graph TD; A[Приборы для определения влажности воздуха] --> B[Психрометры]; A --> C[Гигрометры];
```

**Приборы для
определения
влажности воздуха**

Психрометры

Гигрометры

Приборы для определения влажности воздуха

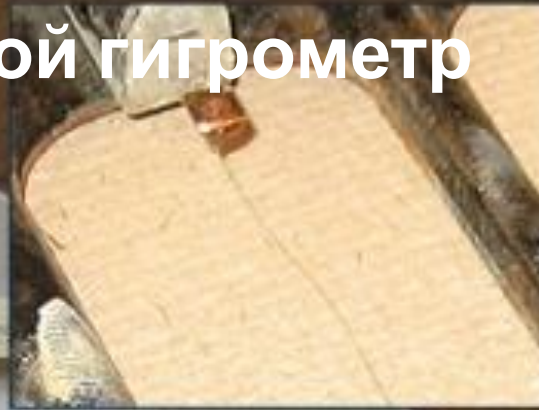
Гигрометр



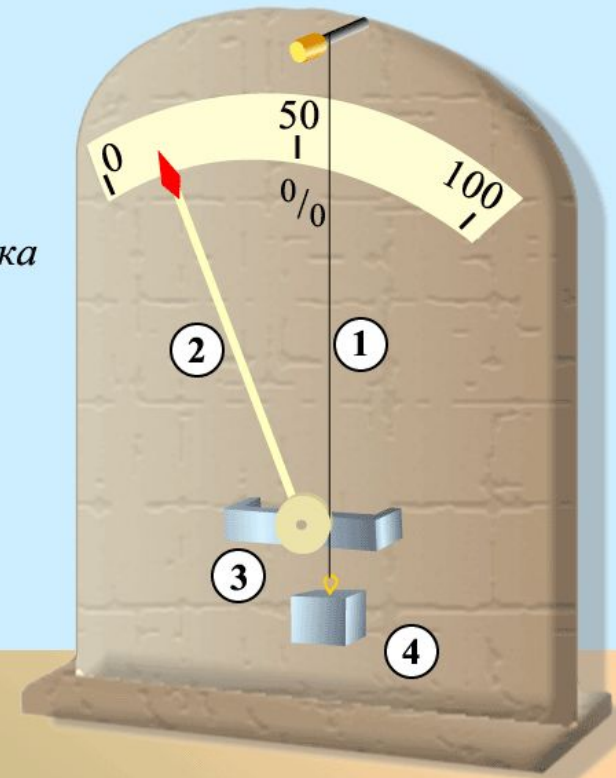
Психрометр



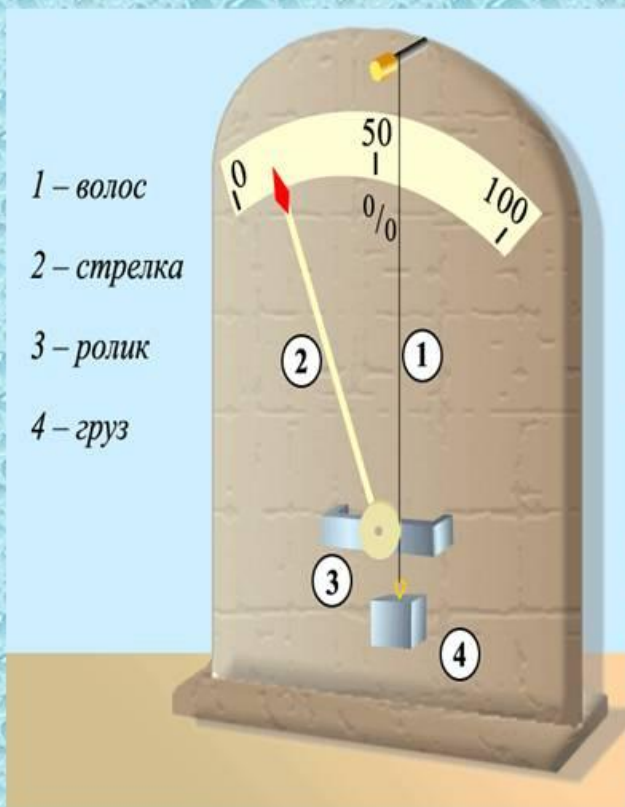
Волосной гигрометр



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

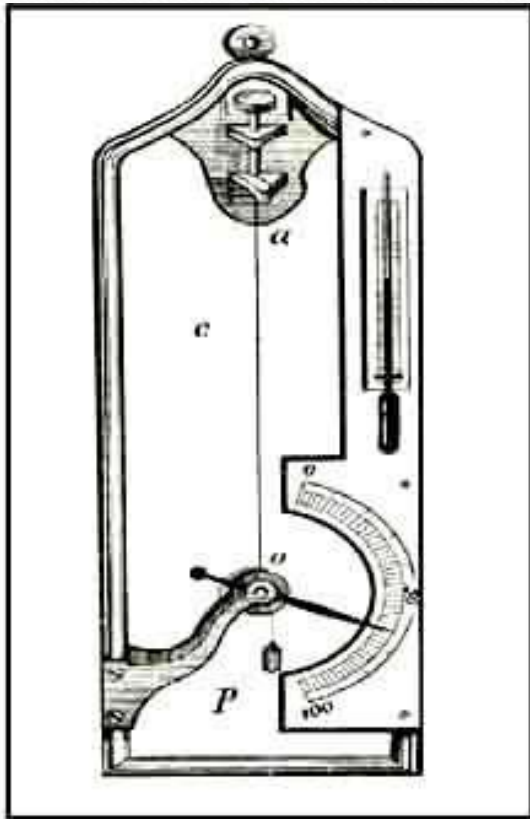


Волосной гигрометр

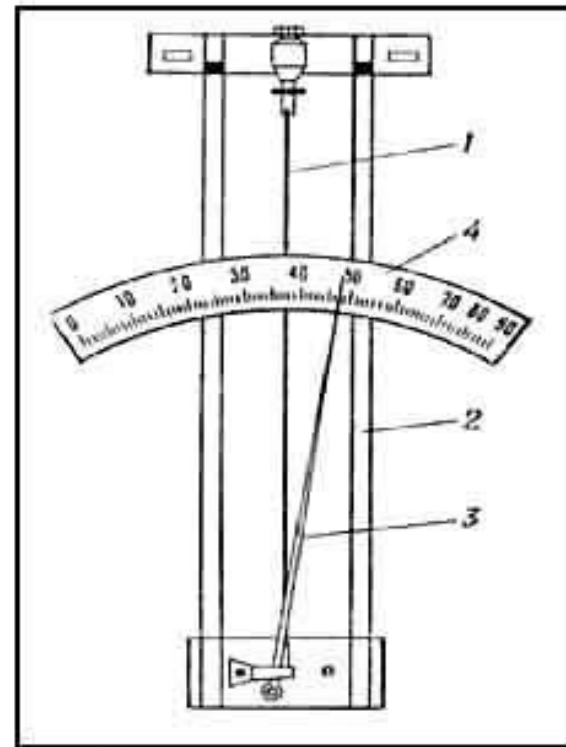


Человеческий волос при увеличении влажности воздуха удлиняется; при уменьшении влажности воздуха длина волоса уменьшается. Стрелка, соединённая с натянутым волосом, показывает относительную влажность воздуха.

Гигрометр волосной



1783г.
Волосной
гигрометр Г. де Соссюра

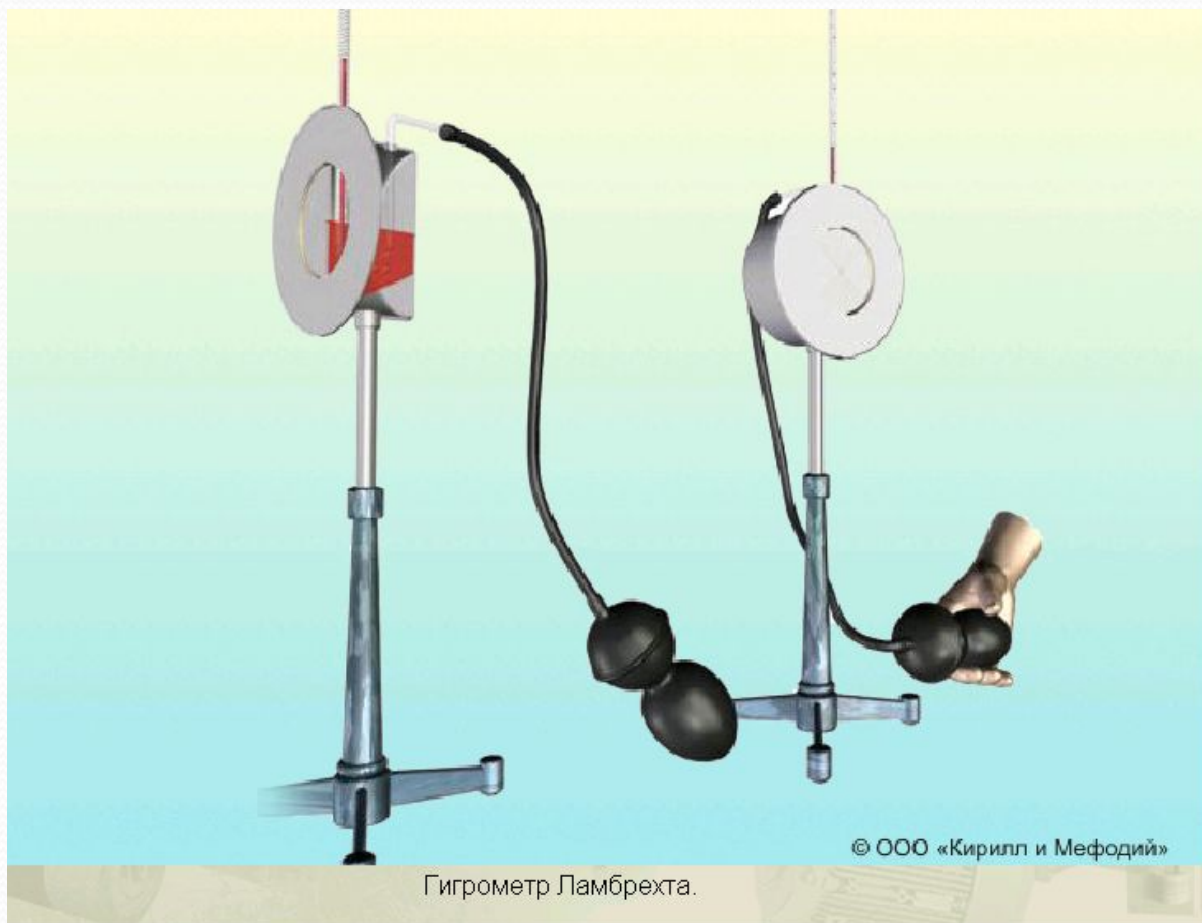


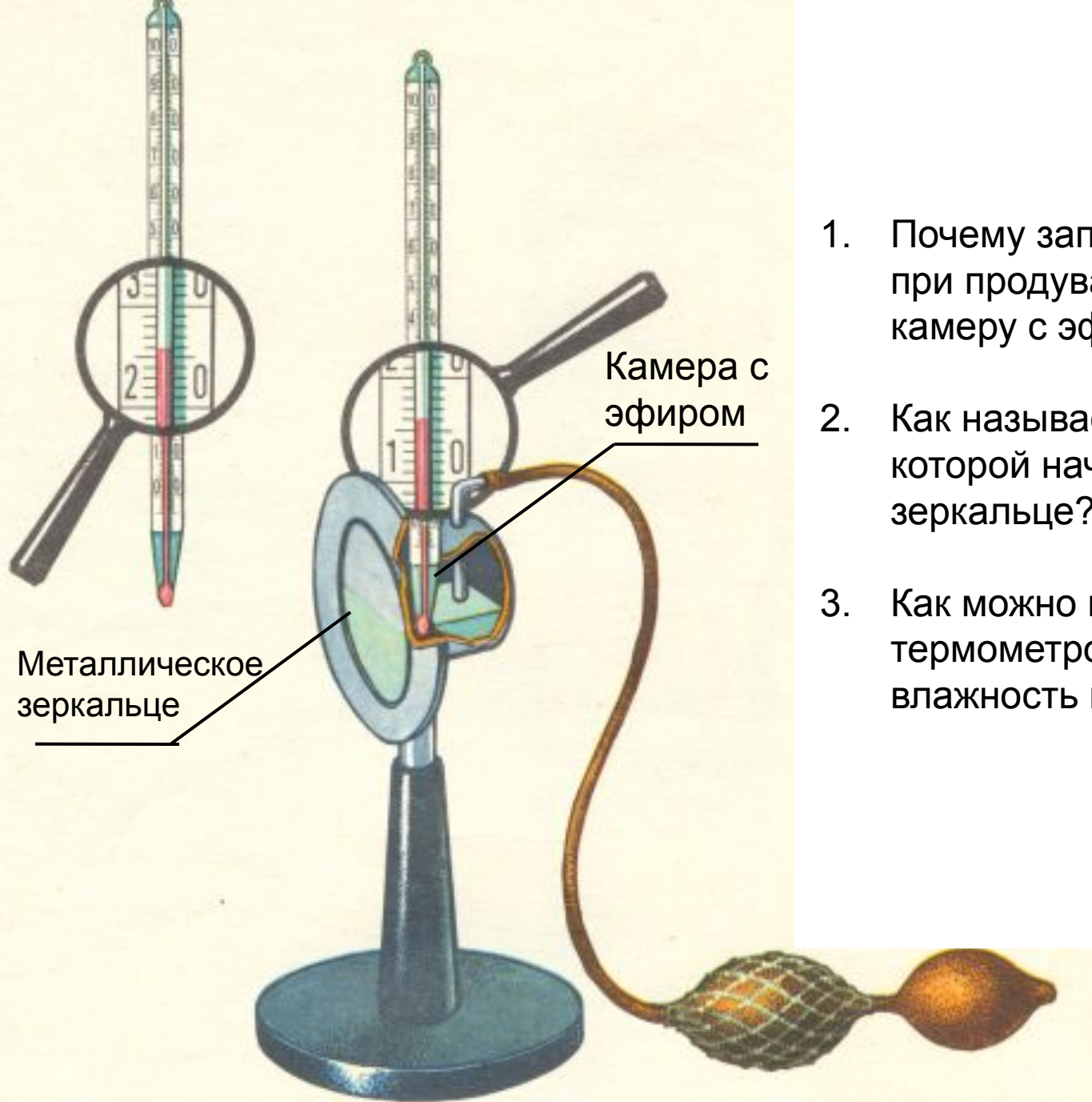
1. Волос
2. Металлическая рамка
3. Стрелка
4. Шкала

КОНДЕНСАЦИОННЫЙ



Конденсационный гигрометр





1. Почему запотеваает зеркальце при продувании воздуха через камеру с эфиром?
2. Как называется температура, при которой начинает запотевать зеркальце?
3. Как можно по показаниям термометров рассчитать влажность воздуха?

Зависимость давления насыщенного водяного пара p_0 от температуры

t, °C	p, кПа
10	1,22
12	1,40
14	1,59
16	1,81
18	2,06
20	2,33
22	2,63
24	2,98
26	3,36
28	3,78

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

Зависимость давления насыщенного водяного пара P_0 от температуры

t, °C	p, кПа
10	1,22
12	1,40
14	1,59
16	1,81
18	2,06
20	2,33
22	2,63
24	2,98
26	3,36
28	3,78

$$\varphi = \frac{1810 \text{ Па}}{3360 \text{ Па}} \cdot 100\% = 53\%$$

Влажность воздуха

Зависимость давления насыщенного водяного пара p_0 от температуры

Таблица №6

t, °C	p_0 , кПа	t, °C	p_0 , кПа
-5	0,40	10	1,23
0	0,61	11	1,33
1	0,65	12	1,40
2	0,71	13	1,49
3	0,76	14	1,60
4	0,81	15	1,71
5	0,88	16	1,81
6	0,93	17	1,93
7	1,0	18	2,07
8	1,06	19	2,20
9	1,44	20	2,33

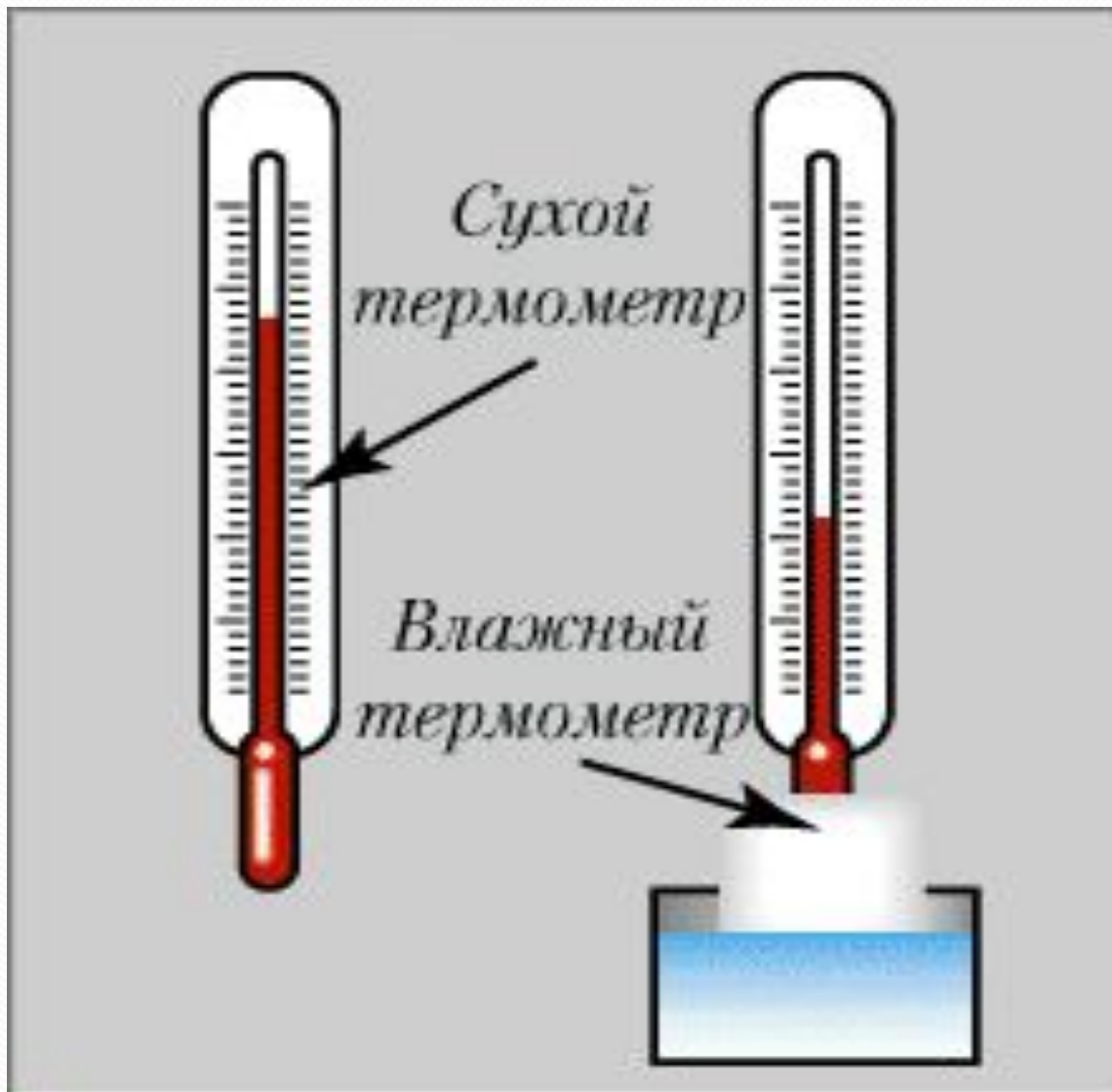
$$\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100\%$$

Вывод: изменить влажность воздуха можно

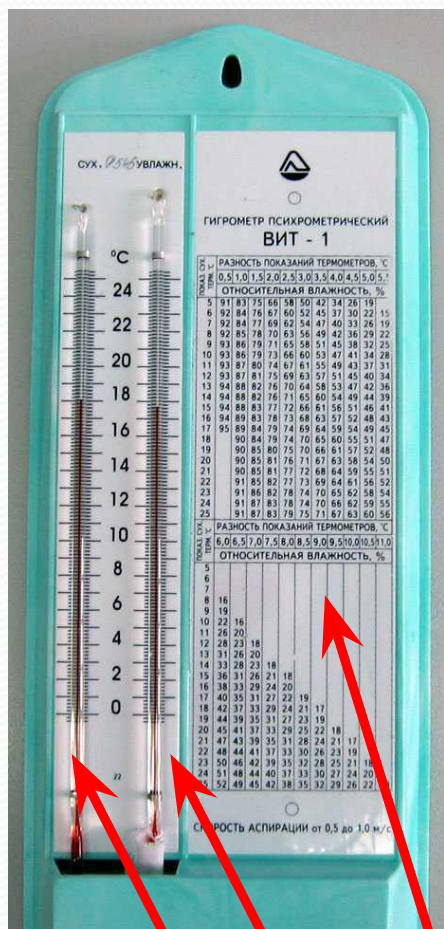
ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННОГО ВОДЯНОГО ПАРА (мм рт. ст.) И ЕГО ПЛОТНОСТЬ (г/м³, или 10⁻³ кг/м³)

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	

Психрометр



Психрометр



1

2

3

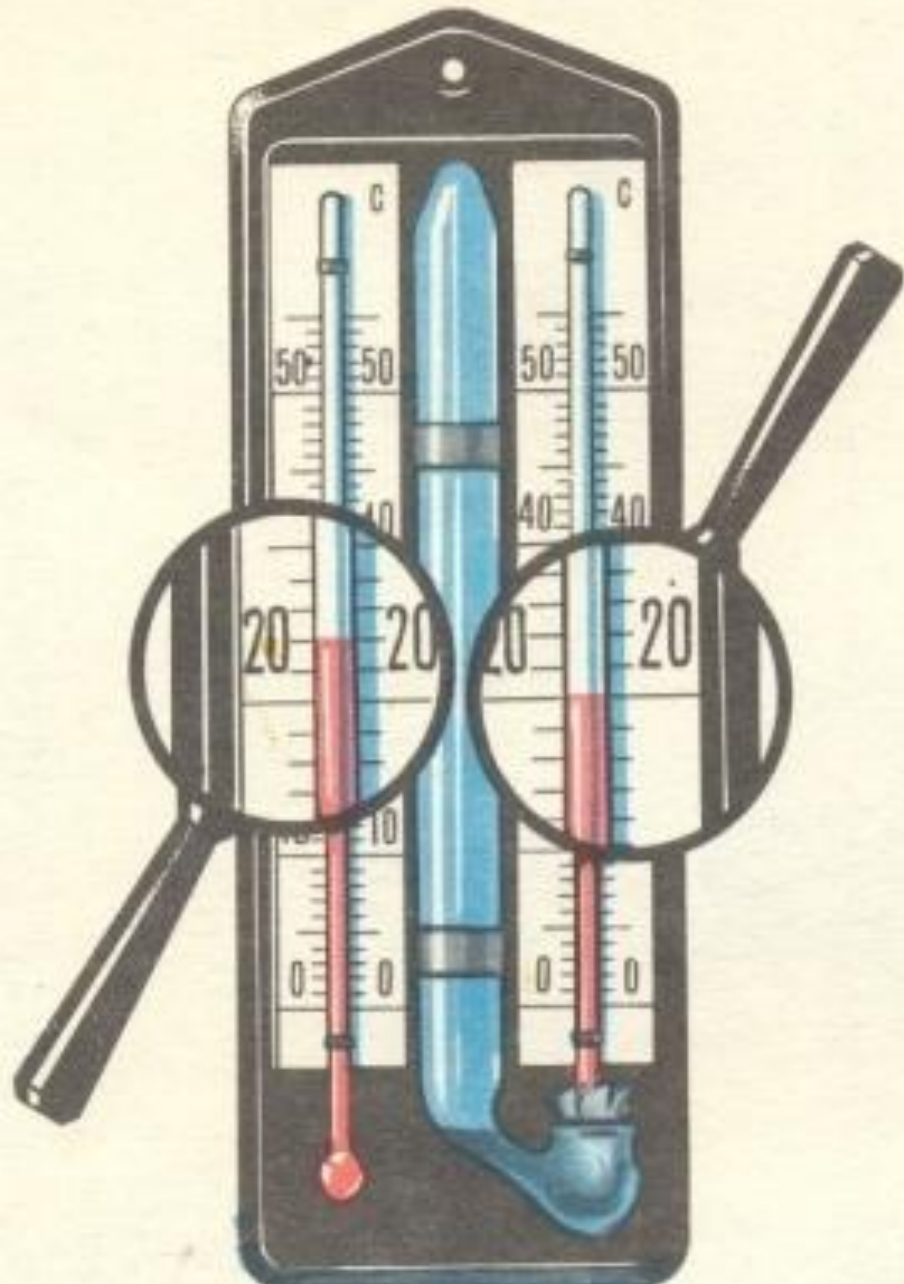
- 1 - «Сухой» термометр –
показывает температуру воздуха
- 2 - «Влажный» термометр –
показывает «точку росы»
- 3 - Психрометрическая таблица

1. Снять показания «сухого»
и «влажного» термометров
 $t_{\text{сух}} = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$; $t_{\text{вл}} = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$.

2. Определить разность
показаний термометров
 $\Delta t = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$.

3. Психрометрическая таблица

Измерение влажности. Психрометр



- 1) Измерить температуру воздуха $t_{\text{сух}} = 22^{\circ}\text{C}$
- 2) Снять показание с влажного термометра

$$t_{\text{вл}} = 20^{\circ}\text{C}$$

- 3) Найти разность температур

$$\Delta t = 2^{\circ}\text{C}$$

- 4) По таблице на странице 223-224 найти φ

$$\varphi = 83\%$$

Психрометрическая таблица

Показание сухого термометра °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	24	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
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39



Показание сухого термом етра °C	Разность показаний сухого и влажного термометра, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительна 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	24	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
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

$$t_{\text{сух}} = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{вл}} = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varphi = 48\%$$

Лабораторная работа №3 (СИ 222).

«Определение относительной влажности воздуха в классе».

Цель работы: измерить влажность воздуха в кабинете.

Приборы и материалы: психрометр, психрометрическая таблица, сосуд с водой.

Ход работы.

1. Определить температуру сухого термометра. $t_{\text{сух}} = \dots$
2. Определить температуру влажного термометра. $t_{\text{вл}} = \dots$
3. Найти разность температур. $\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}} = \dots$
4. По психрометрической таблице найти влажность воздуха.

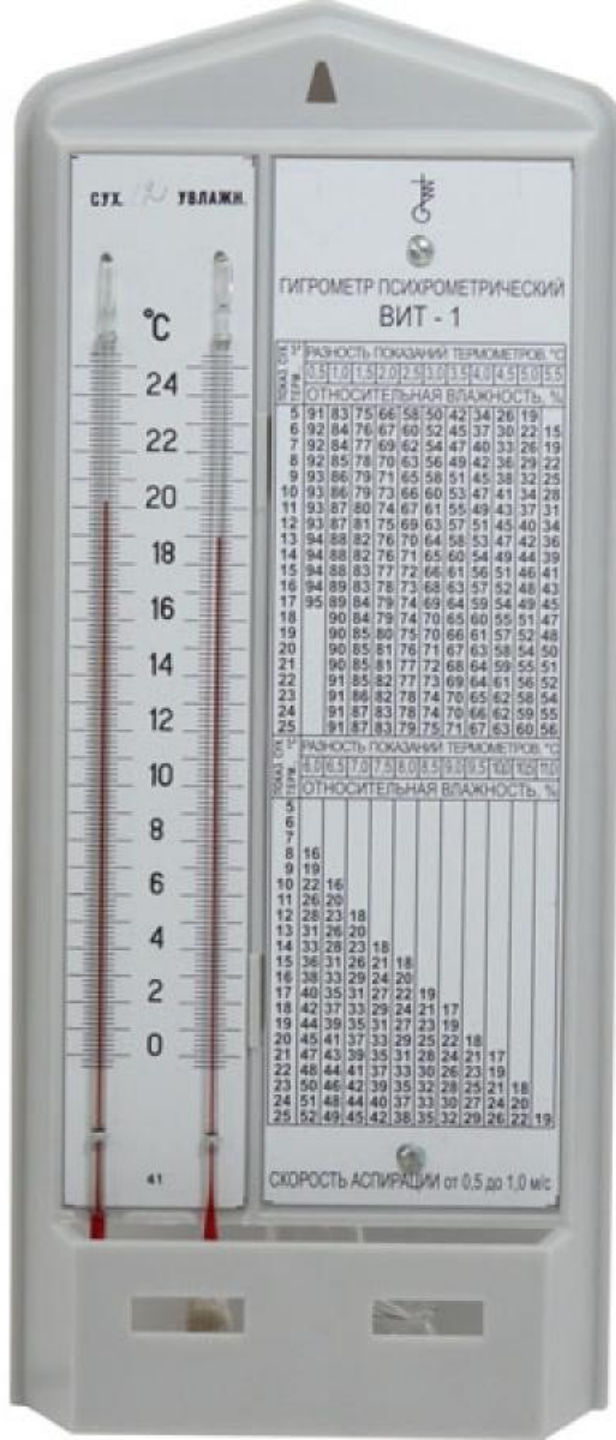
№ опыта	Место наблюдения	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1	в кабинете				



Устройство психрометра

«Сухой»
термометр

«Влажный»
термометр



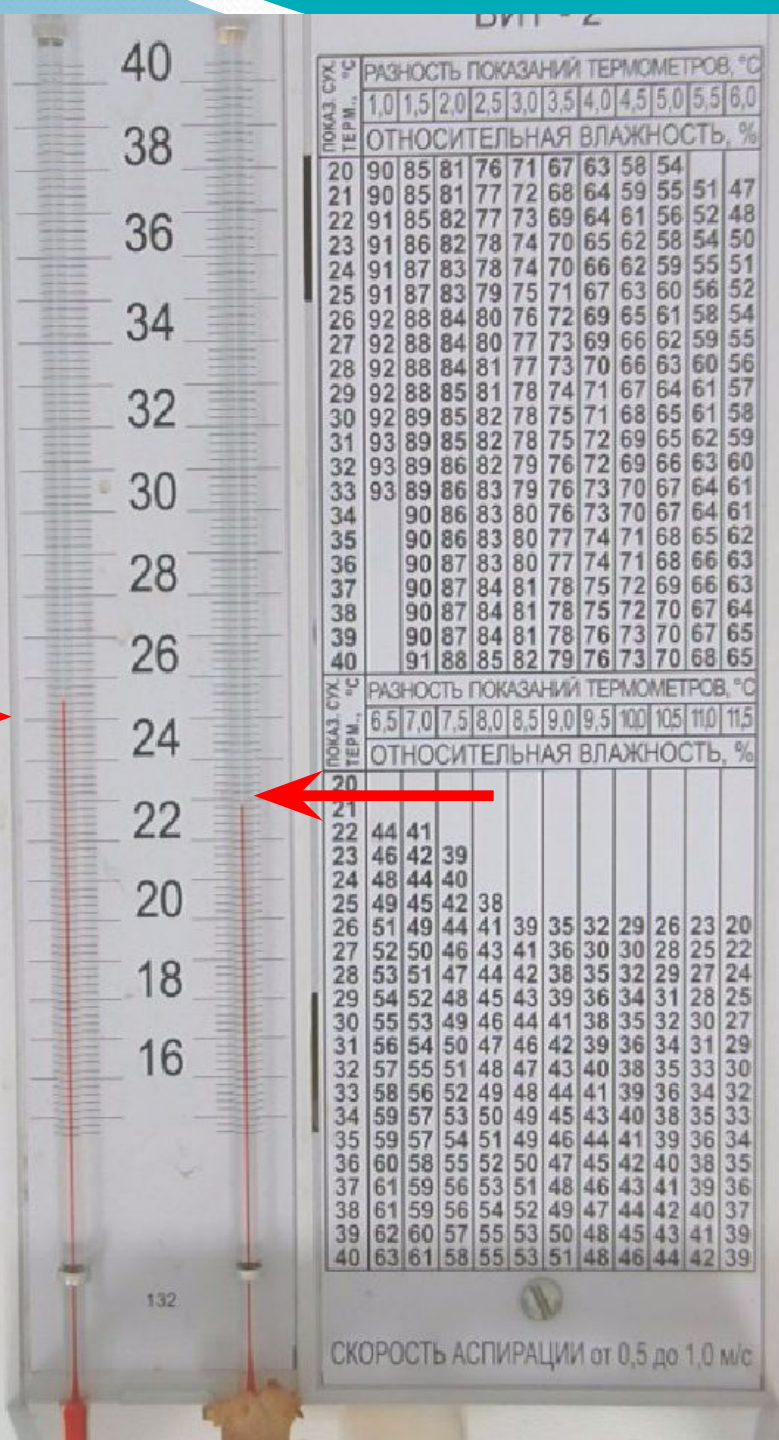
Психрометри-
ческая
таблица



Устройство психрометра

«Сухой»
термометр

«Влажный»
термометр



Психрометри-
ческая таблица



Дополнительное задание:

1) Вставь пропущенные значения.

2) Какое из значений влажности воздуха в этой таблице наиболее благоприятно для человека?

Температура сухого термометра	Температура влажного термометра	Разность температур	Относительная влажность, %
24	18		
	15	3	
22			34

Дополнительное задание:

1) Вставь пропущенные значения.

2) Какое из значений влажности воздуха в этой таблице наиболее благоприятно для человека?

Температура сухого термометра	Температура влажного термометра	Разность температур	Относительная влажность, %
24	18		
	15	3	
22			34

Контрольные вопросы:

- 1) Когда разность показаний сухого и влажного термометров больше: когда воздух более сухой или более влажный? Почему?
- 2) При какой относительной влажности воздуха показания сухого и влажного термометров одинаковы?
- 3) В каком состоянии находится водяной пар при относительной влажности воздуха 100%?
- 4) Когда легче переносить жару: когда воздух более сухой или более влажный? Почему?

Запишите вывод.

Если влажный пар охладить, то при некоторой температуре находящийся в нём пар станет насыщенным и начнёт конденсироваться (выпадает роса, иней, появляется туман)

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



Задача: Давление водяного пара 1,93 кПа. Найдите влажность воздуха при различных значениях температуры.

$$\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100\%$$

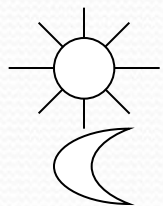
№	t , °C	p, кПа	p _o , кПа	φ, %
1	20	1,93	2,33	83
2	19	1,93	2,20	88
3	18	1,93	2,07	93
4	17	1,93	1,93	100
5	16	1,93	1,81	100

Вывод: при 17 °C пар становится насыщенным
17 °C – точка росы

Задача:

Погода в Нижневартовске:

Сегодня



+18 °С

+7 °С

Относительная влажность воздуха 62%

Давление 742мм ртутного столба

Выпадет ли ночью роса?

Для человека благоприятная относительная влажность воздуха 40 – 60%.

Влажность воздуха в помещении можно изменять

Для повышения

□ Увлажнители

Для понижения

□ Кондиционеры
□осушители

**Значение влажности
влияет на:**

```
graph TD; A[Значение влажности влияет на:] --> B[Самочувствие человека]; A --> C[Предсказание погоды в метеорологии]; A --> D[Течение процессов в ткацком, кондитерском, печатном и других производствах]; A --> E[Хранение произведений искусства, книг, музыкальных инструментов];
```

**Самочувствие
человека**

**Предсказание
погоды в
метеорологии**

**Течение процессов в
ткацком, кондитерском,
печатном и других
производствах**

**Хранение произведений
искусства, книг,
музыкальных
инструментов**

Значение влажности воздуха



**Предсказание
погоды**



**Производство
тканей, конфет,
табака и др.**



**Библиотеки,
музеи**



**Картинные
галереи**



**Больницы,
поликлиники, аптеки**



**Нормальная влажность
воздуха 40-60 %**



**Хранение
овощей, фруктов и др.**

Народные приметы

Если большая Медведица потемнела, то к дождю. Если звезды поредели, то к ненастью



В примете говорится о потемнении звезд в Большой Медведице, как наиболее наблюдаемой в народе, и полном исчезновении слабых звезд («поредение»). Объяснить это можно поглощением слабых излучений водяными парами, количество которых увеличится к ненастью.

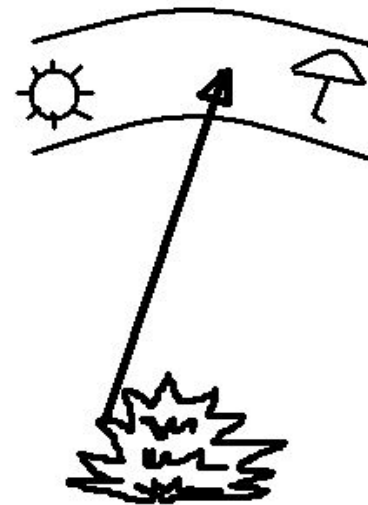
Народные приметы

При увеличении влажности воздуха многие цветы (одуванчик, вьюнок и др.) сжимают свои соцветия, а рябина начинает сильно пахнуть. Обычно это бывает перед дождем.

Хвойные деревья (особенно это заметно у ели) при увеличении влажности опускают ветви, а при уменьшении – поднимают.

Народные приметы

Перед дождем чешуйки сосновой шишки раскрываются, отчего шишка становится ершистой а в сухую погоду, наоборот, плотнее прижимаются друг к другу.



РЕШИТЕ ЗАДАЧИ:

1. Разность показаний сухого и влажного термометров равна 4°C .
Относительная влажность равна 60% .
Чему равны показания сухого и влажного термометров?
2. Влажность воздуха равна 78% ,
показание сухого термометра равно 12°C .
Какую температуру показывает влажный термометр?

Заполни таблицу

№	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1	18	15	?	?
2	20	14	?	?
3	24	?	?	100
4	?	?	6	23

№1147 (Лукашик)

Почему запотевают фрукты, вынутые из холодильника?

№1154(Лукашик)

Какова абсолютная влажность воздуха, который в объеме 20 м^3 содержит 100 г влаги?

№1155(Лукашик)

Является ли пар в условии предыдущей задачи насыщающим при температуре $^{\circ}\text{C}$.

№1161(Лукашик)

Пользуясь таблицей, определите сколько воды в виде пара содержится в воздухе вашей комнаты.

№1163 (Лукашик)

На море при температуре воздуха 25 градусов относительная влажность равна 95%. При какой температуре можно ожидать появление тумана?

Домашнее задание

§ 19,

Упражнение 15+слайд 46