

Лабораторная работа № 7 Измерение относительной влажности воздуха

Используя имеющееся у вас оборудование, определите относительную влажность воздуха.

Измерение относительной влажности воздуха

Оборудование: психрометр, термометр лабораторный, кусочек марли, стакан с водой комнатной температуры, таблица психрометрическая.

Порядок выполнения работы

1. Измерьте температуру воздуха в классе.
2. Смочите кусочек марли водой и оберните им резервуар термометра. Подержите «влажный» термометр в воздухе некоторое время. Как только понижение температуры прекратится, снова снимите показание термометра.
3. Найдите разность температур «сухого» и «влажного» термометра
4. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха.
5. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

№ опыта	$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влаж}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$

6. Сравните результаты ваших измерений с показаниями психрометра.

Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, $^\circ\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометра, $^\circ\text{C}$										
	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	46	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
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

7. В ы в о д ы

Решение задач

Задача 1

Закрытый сосуд объёмом $V_1 = 0,5 \text{ м}^3$ содержит воду массой $m = 0,5 \text{ кг}$. Сосуд нагрели до температуры $t = 147^\circ\text{C}$. На сколько следует изменить объём сосуда, чтобы в нём содержался только насыщенный пар? Давление насыщенного пара $p_{\text{нп}}$ при температуре $t = 147^\circ\text{C}$ равно $4,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Р е ш е н и е. Насыщенный пар при давлении $p_{\text{нп}}$ занимает объём, равный где $M = 0,018 \text{ кг/моль}$ — молярная масса воды. Объём сосуда $V_1 > V$, а значит, пар не является насыщенным. Для того чтобы пар стал насыщенным, объём сосуда следует уменьшить на

Задача 2

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде при температуре $t_1 = 5^\circ\text{C}$ равна $\phi_1 = 84 \%$, а при температуре $t_2 = 22^\circ\text{C}$ равна $\phi_2 = 30 \%$. Во сколько раз давление насыщенного пара воды при температуре t_2 больше, чем при температуре t_1 ?

Р е ш е н и е. Давление водяного пара в сосуде при $T_1 = 278 \text{ К}$ равно где $p_{\text{нп1}}$ — давление насыщенного пара при температуре T_1 . При температуре $T_2 = 295 \text{ К}$ давление Так как объём постоянен, то по закону Шарля. Отсюда

Задача 3

В комнате объёмом 40 м^3 температура воздуха 20°C , его относительная влажность $\phi_1 = 20\%$. Сколько надо испарить воды, чтобы относительная влажность ϕ_2 достигла 50% ? Известно, что при 20°C давление насыщающих паров $p_{\text{нп}} = 2330 \text{ Па}$.

Р е ш е н и е. Относительная влажность отсюда Давление пара при относительной влажности ϕ_1 и ϕ_2 Плотность связана с давлением равенством $\rho = Mp/RT$, откуда массы воды в комнате при влажности ϕ_1 и ϕ_2 . Масса воды, которую надо испарить:

Задача 4

В комнате с закрытыми окнами при температуре 15°C относительная влажность $\phi = 10\%$. Чему станет равна относительная влажность, если температура в комнате повысится на 10°C ? Давление насыщенного пара при 15°C $p_{\text{нп1}} = 12,8 \text{ мм рт. ст.}$, а при 25°C $p_{\text{нп2}} = 23,8 \text{ мм рт. ст.}$

Р е ш е н и е. Так как пар ненасыщенный, то парциальное давление пара изменяется по закону Шарля $p_1/T_1 = p_2/T_2$. Из этого уравнения можно определить давление ненасыщенного пара p_2 при T_2 : $p_2 = p_1 T_2 / T_1$. Относительная влажность при T_1 равна: Относительная влажность при $T_2 = 25^\circ\text{C}$ равна: Из уравнения (1) получим следовательно,

Задача 5

Относительная влажность воздуха в помещении 60%, температура 18°C. До какой температуры надо охладить металлический предмет, чтобы его поверхность запотела?

Решение. Относительная влажность воздуха $\varphi = (p/p_{\text{нп}})100\%$. Для конденсации пара необходимо, чтобы он стал насыщенным, т. е. температура достигла точки росы. Давление пара при 18°C должно стать равным давлению насыщенного пара при искомой температуре: Давление насыщенного пара $p_{\text{нп}} = 1,23 \cdot 10^4$ Па при температуре $t_2 = 10^\circ\text{C}$ (определяем по таблице). Следовательно, $t_2 \approx 10^\circ\text{C}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Как будет меняться температура кипения воды, если сосуд с водой опускать в глубокую шахту?
2. Чему равна плотность пара в пузырьках, поднимающихся к поверхности воды, кипящей при атмосферном давлении?
3. На улице моросит холодный осенний дождь. В комнате развешено выстиранное бельё. Высохнет ли бельё быстрее, если открыть форточку?
4. При температуре $t = 20^\circ\text{C}$ относительная влажность в комнате $\varphi_1 = 20\%$. Определите массу воды, которую нужно испарить для увеличения влажности до $\varphi_2 = 50\%$, если объём комнаты $V = 40 \text{ м}^3$. Плотность насыщенного пара воды при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ равна $\rho_{\text{нп}} = 1,73 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$.
5. Смешали воздух объёмом 5 м^3 и относительной влажностью 22% при температуре 15°C с воздухом с относительной влажностью 46% при температуре 28°C. Определите относительную влажность смеси, если её объём 8 м^3 .
6. Температура воздуха вечером была 18°C, относительная влажность 65%. Ночью температура воздуха понизилась до 9°C. Выпала ли роса? Если выпала, то сколько водяного пара конденсировалось из воздуха объёмом 1 м^3 ? При 18°C плотность насыщенного пара $15,4 \text{ г/м}^3$, при 9°C — $8,8 \text{ г/м}^3$.