

Бюджетное профессиональное образовательное
учреждение
Воронежской области
«Борисоглебский медицинский колледж»

Тема занятия:

Влажность воздуха



Преподаватель физики и
астрономии
Оболенская Н.С.

Испарение

Испарение — это парообразование, которое происходит на поверхности жидкости

Испарение способно происходить при любой температуре и только на поверхности.

В чем причина этого процесса? Как мы знаем, молекулы жидкости находятся в бесконечном хаотичном движении. При этом скорости молекул отличаются друг от друга, и если быстрая молекула окажется у поверхности жидкости, ей удастся вырваться, вылететь из вещества. Частиц, подобных ей, достаточно много, и процесс будет происходить до тех пор, пока вся жидкость не испарится. Если вы оставите стакан с водой без присмотра на пару минут, вряд ли произойдет что-то непоправимое — вы не заметите, что объем изменился. Но стоит забыть про емкость на пару дней, как от воды не останется и следа.

Скорость испарения зависит от трех факторов. Первый — это род вещества: некоторые жидкости испаряются быстрее, чем остальные. Это происходит потому, что молекулы обладают меньшими силами притяжения: можно легко их преодолеть и вырваться на свободу. Так, эфир является более «независимым», чем пресная вода, он испаряется очень и очень быстро.

Также испарение зависит от температуры, причем эта зависимость прямо пропорциональна: чем больше температура, тем большее количество молекул вылетает из жидкости.

На процесс испарения влияет и площадь поверхности жидкости. Эта зависимость легко прослеживается и в бытовых вопросах: если вы случайно разлили что-то на пол, стоит растереть лужу по всей его поверхности — так она быстрее высохнет. А чтобы белье быстрее высохло, лучше его расправить, чем развесить в мятом состоянии.

Наряду с процессом испарения происходит и обратный ему процесс: часть молекул, вылетевших с поверхности жидкости, вновь возвращается в нее.

Когда количество молекул, вылетевших из жидкости, равно количеству молекул, вернувшихся в жидкость, наступает так называемое динамическое равновесие. С этого момента число молекул пара над жидкостью будет постоянным.

Насыщенный пар

Насыщенный пар — пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью.

В таком случае ненасыщенный пар — пар, который не находится в динамическом равновесии. Это означает, что количество молекул, находящееся над жидкостью, не постоянно и процесс испарения продолжается.

На нашей планете вода испаряется непрерывно: с поверхностей рек, озер, морей, океанов, а также с растительных и ледяных покровов. Атмосфера всегда наполнена водяным паром — тут-то в дело и вступает понятие влажности.

Понятие влажности.

Абсолютная влажность

Влажность воздуха — это содержание в нем водяных паров. В физике разделяют абсолютную и относительную влажность.

Абсолютная влажность ρ показывает, сколько граммов водяного пара содержится в воздухе объемом 1 м³ при данных условиях.

Если это определение кажется вам знакомым, то неудивительно: отношение массы к объему носит название плотность, так что под абсолютной влажностью мы подразумеваем плотность водяного пара. Измеряется она в кг/м³, но часто в таблицах и задачах можно встретить и единицу измерения г/м³. Абсолютная влажность прямо пропорциональна массе водяных паров: чем их больше, тем больше и абсолютная влажность, и обратно пропорциональна объему воздуха. Так, при равной массе водяных паров абсолютная влажность воздуха будет больше в той емкости, у которой объем меньше, и наоборот.

Относительная влажность

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

Чтобы наглядно увидеть разницу между абсолютной и относительной влажностью, давайте посмотрим на сравните

	Абсолютная влажность	Относительная влажность
Обозначение	ρ	ϕ
Единица измерения	кг/м ³	%
Формула	$\rho = \frac{m_{\text{пара}}}{V_{\text{воздуха}}}$ $m_{\text{пара}}$ — масса пара (воды) в воздухе, кг $V_{\text{воздуха}}$ — объем воздуха, м³	$\phi = \frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100\%$ ρ — абсолютная влажность, кг/м³ ρ_n — плотность насыщенного водяного пара при данной температуре, кг/м³

Для чего необходимо вводить понятие относительная влажность?

Дело в том, что организм человека и других живых существ достаточно чутко реагирует на малейшие изменения влажности. Для комфортного существования каждого организма необходимо определенное процентное соотношение водяного пара относительно максимально возможного значения, так что введение относительной величины упростило многие расчеты для ученых.

Для определения относительной влажности необходимо учитывать плотность насыщенного водяного пара. Но как ее найти? Без паники!

Плотность и давление насыщенного пара зависят от температуры. Эти соотношения уже рассчитаны учеными, так что мы можем воспользоваться плодами их труда: для нашего удобства в конце учебника по физике и в интернете даны соответствующие таблицы.

Зависимость давления и плотности насыщенного пара от температуры

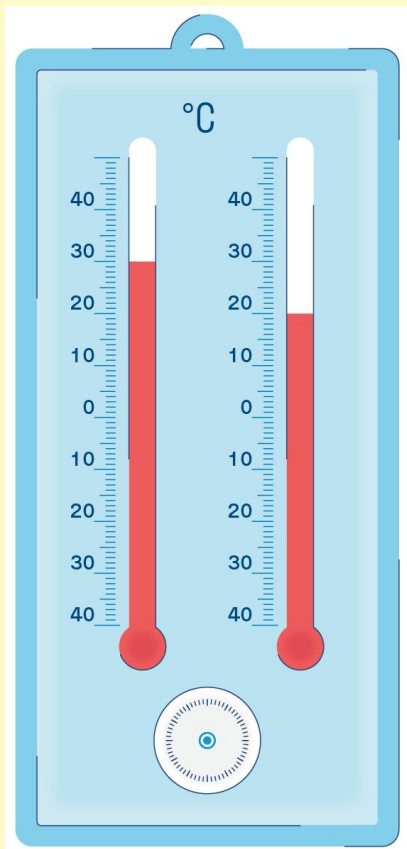
Температура, °C	Давление, мм рт. ст.	Плотность пара, г/см ³
-10	1,95	2,14
-8	2,32	2,54
-6	2,76	2,09
-4	3,28	3,51
-2	3,88	4,13
0	4,58	4,84
2	5,3	5,6
4	6,1	6,4
6	7,0	7,3
8	8,0	8,3
10	9,2	9,4

Таким образом, эта таблица еще раз доказывает, что:

- ☐ процесс испарения возможен при любой температуре;
- ☐ с ростом температуры увеличиваются плотность и давление насыщенного пара.

Приборы для измерения влажности

Психрометрический гигрометр



В устройство психрометрического гигрометра входят два обыкновенных термометра: сухой и влажный (его конец обмотан тканью, опущенной в воду).

Градусники дают разные показания: по этой разности температур с помощью специальных таблиц и определяют влажность воздуха.

Показание сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °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	65	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	71	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	36
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Составим алгоритм работы с психрометрическим гигрометром (психрометром):

1. Зафиксировать показания сухого и влажного термометров.
2. Найти разницу их значений.
3. Сопоставить пункты 1 и 2 с помощью психрометрической таблицы.

Показание сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °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	65	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	71	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	36	-
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	-

Давайте закрепим полученные знания на задаче.

Предположим, сухой термометр зафиксировал температуру, равную 22 °C, а влажный — температуру, равную 19 °C. Чему будет равна влажность воздуха?

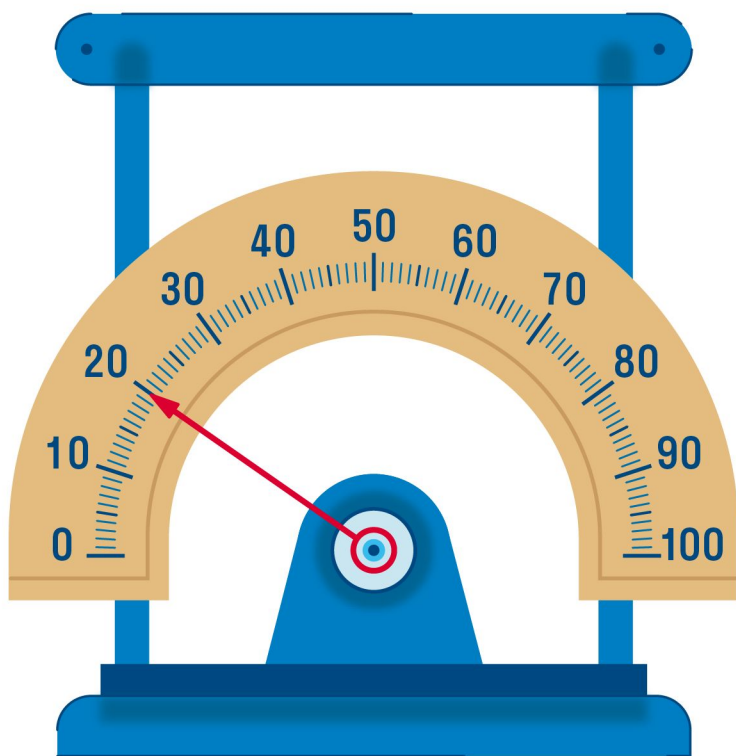
Решение.

Рассчитаем разницу значений температур: $22 - 19 = 3$.

Найдем в таблице столбец со значением температуры по сухому термометру и сопоставим ее с разницей показаний. Влажность воздуха будет равна 76%.

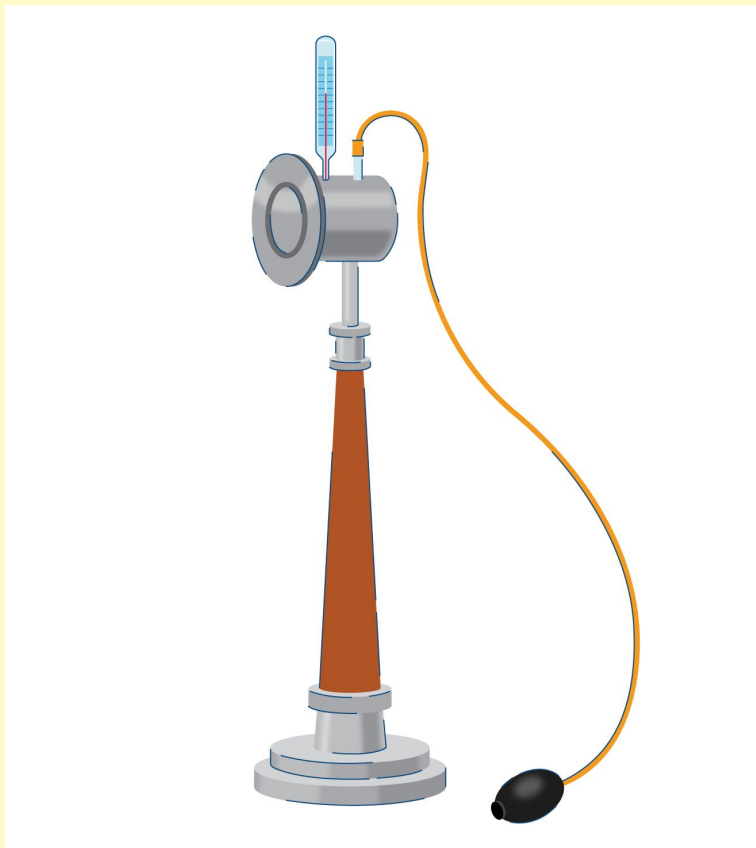
Ответ: влажность воздуха равна 76%.

Волосяной гигрометр



С волосяным гигрометром дела обстоят куда проще. Его действие основано на способности волоса увеличивать свою длину при росте влажности воздуха (думаем, многие из вас сталкивались с проблемой испорченной прически в особенно пасмурные дни). Вследствие изменения длины волоса стрелка перемещается, указывая на соответствующее значение относительной влажности на круговой шкале.

Конденсационный гигрометр



С помощью конденсационного гигрометра можно определить относительную влажность воздуха по точке росы.

Точка росы — это температура воздуха, при которой содержащийся в нем пар достигает состояния насыщения и начинает конденсироваться в росу.

Для определения точки росы также существует таблица.

t воздуха, °C	t точки росы (поверхности) в °C при относительной влажности воздуха в %										
	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
25	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,1
22	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,1
21	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,3	16,4	17,3	18,2
18	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

Как пользоваться этой таблицей?

Первое, что нам нужно узнать, — это значение начальной температуры воздуха и его относительную влажность. Допустим, мы взяли воздух при температуре 20 °С и влажности 65%. До какой температуры необходимо охладить его, чтобы водяной пар начал конденсироваться? Сопоставим данные значения по таблице: им будет соответствовать 13,2 °С.

Но вернемся к конденсационному гигрометру. Почему он так называется? Дело в том, что его действие основано на измерении количества конденсата, который скапливается на стеклянных поверхностях. Встроенный термометр измеряет значение температуры этой жидкости, что трансформируется внутри прибора в значения относительной влажности.

Гигрометр такого типа считается высокоточным прибором. Его используют для получения информации о микроклимате в помещении.

Зачем измерять влажность воздуха?

Среднестатистический человек чувствует себя комфортно при уровне относительной влажности около 40–60%, но для людей, страдающих от астмы и других заболеваний, эти показатели могут меняться.

Для тропических растений необходимо поддерживать высокие показатели влажности, для пустынных же это будут невыносимые условия.

Не только живые организмы, но и техника зависит от содержания влаги в воздухе: большая концентрация может привести к коррозии и поломкам.

Как мы видим, многое в жизни человека зависит от понимания физических процессов и явлений. Как говорится, знание — сила, а еще комфорт, здоровье и благополучие.