

Влажность воздуха

Подготовка к ГИА

Цель:

- повторение основных понятий, графиков и формул, связанных с влажностью воздуха, а также примеров решения задач в соответствии с кодификатором ГИА и планом демонстрационного варианта экзаменационной работы

Наличие водяного пара в воздухе

- В окружающем нас воздухе практически **всегда** находится некоторое количество **водяных паров**.
- **Влажность воздуха зависит количества водяного пара, содержащегося в нем. Сырой воздух содержит больший процент молекул воды, чем сухой.**

07.07	Характеристики погоды, атмосферн. явления	Температура воздуха, °С	Атм. давл., мм рт.ст.	Влажность воздуха, %	Сорт
Ночь	 Ясно	+10°	748	0°	94
Утро	 Ясно	+16°	752	6°	48
День	 Ясно	+19°	752	9°	37
Вечер	 Ясно	+11°	754	1°	61

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

Большое значение имеет **относительная влажность воздуха**, сообщения о которой каждый день звучат в сводках метеопрогноза.

Абсолютная влажность воздуха ρ

показывает, сколько граммов водяного пара содержится в воздухе объёмом 1 м^3 при данных условиях, т.е., чему равна плотность водяного пара.

- Чем **выше температура** воздуха, тем **больше** в нём может быть **пара**;
- Пример:
- При **$+20^\circ\text{C}$** 1 м^3 воздуха может содержать **17 г** водяного пара;
- При **-20°C** 1 м^3 воздуха – всего **1 г** водяного пара;



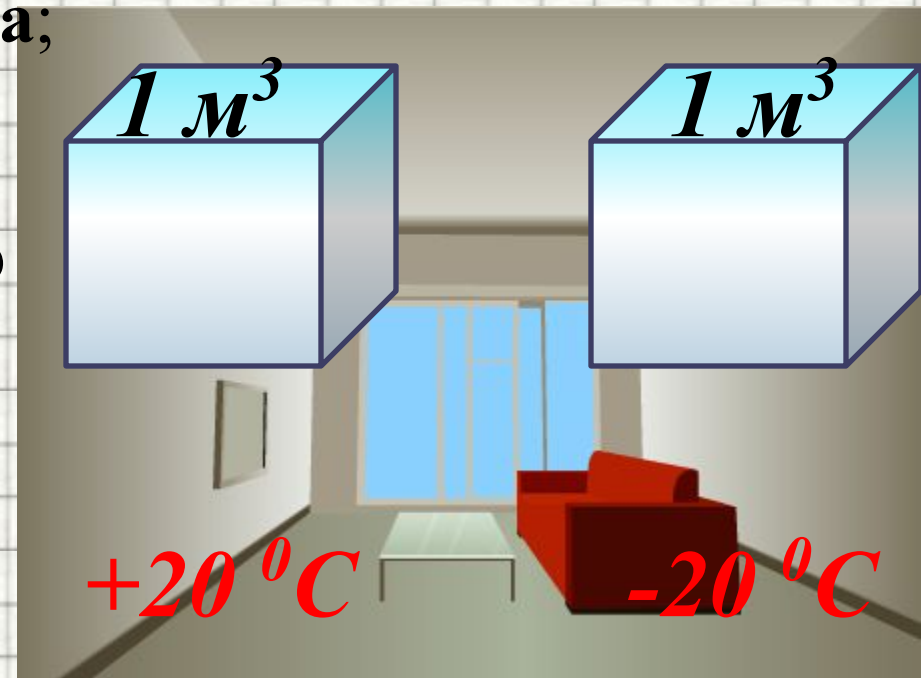
17 г



1 г

Степень насыщения водяного пара зависит от

- **количества водяных паров,**
- **давления и**
- **температуры.**



Абсолютная влажность воздуха ρ
показывает, сколько граммов водяного пара
содержится в воздухе объёмом 1 м^3 при
данных условиях, т.е., чему равна плотность
водяного пара.

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.*



Относительная влажность



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

Относительная влажность

Чтобы судить о **степени влажности воздуха**, важно знать, насколько содержащийся в нем **пар близок к насыщению**.



Относительной влажностью воздуха φ

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

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

Значение плотности насыщенного пара ρ_0 при данном давлении и температуре можно определить по таблице.

Значение плотности насыщенного пара ρ_0 при данном давлении и температуре

<i>Температура, °C</i>	<i>Давление (абсолютное) Па</i>	<i>Плотность кг/м³</i>
0	588	0,00484
5	873	0,00680
10	1226	0,00940
15	1707	0,01283
20	2335	0,01729
25	3169	0,02304
30	4248	0,03036
35	5621	0,03960
40	7377	0,05114
45	9584	0,06543

ТОЧКА РОСЫ



ТОЧКА РОСЫ



ТОЧКА РОСЫ

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



- выпадение росы под утро,
- запотевание холодного стекла, если на него подышать,
- образование капли воды на холодной водопроводной трубе,
- сырость в подвалах домов.

С°	Точка россы при относительной влажности воздуха в %													
	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12	14	15,9	17,5	19	20,4	21,7	23	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15	16,6	18,1	19,5	20,8	22	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,1
21	2,8	5	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6	7,7	9,3	10,7	12	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,3	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2

Пример решения задачи:

Найдите относительную влажность воздуха в комнате при температуре 18°C , если при 10°C образуется роса

- По таблице зависимости давления насыщенных водяных паров от температуры найдем нужные нам значения: при $t_1 = 18^\circ\text{C}$

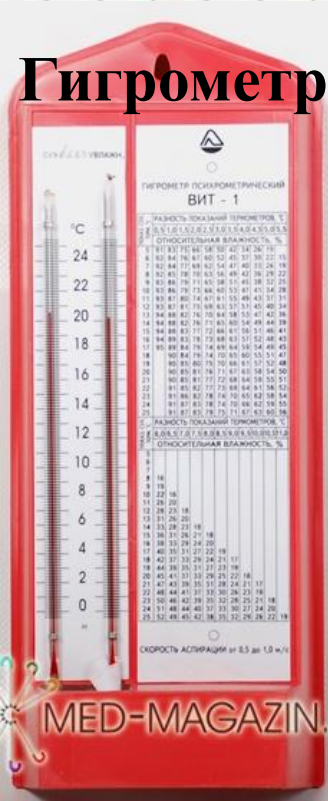
- $p = 1,23 \text{ кПа}, p_0 = 2,07 \text{ кПа}.$

- По формуле получим:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% = \frac{1230 \text{ Па}}{2070 \text{ Па}} \cdot 100\% = 59\%$$

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ

- Для измерения влажности воздуха используют измерительные приборы –
- Существуют несколько видов гигрометров, но основные: **волосной** и **психрометрический**.



Волосной гигрометр



- **Принцип действия** волосного гигрометра основан на **свойстве** обезжиренного **волоса** (человека или животного) **изменять свою длину в зависимости от влажности воздуха**, в котором он находится.
- **Волос** натянут на **металлическую рамку**.
- Изменение длины **волоса** передаётся **стрелке**, перемещающейся вдоль шкалы.
- Волосной гигрометр **в зимнее время** являются **основным** прибором для измерения влажности воздуха **вне помещения**.

Гигрометр психрометрический—

Сухой термометр

Психрометр

Сухой термометр, °C	Разность показаний термометров, °C								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность, %								
10	88	76	65	54	44	34	24	14	5
12	89	78	68	57	48	38	29	20	11
14	89	79	70	60	51	42	34	25	17
16	90	81	71	62	54	45	37	30	22
18	91	82	73	65	56	49	41	34	27
20	91	83	74	66	59	51	44	37	30
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34
24	92	84	77	69	62	56	49	43	37
26	92	85	78	71	64	58	51	46	40
28	92	85	78	71	64	58	51	46	40
28	93	85	78	72	65	59	53	48	42
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44

азывает
а
фитиля
чен,

на
ьной
висит

иля, тем
и
рение.

Колба влажного
тканевым фитилем
водой



Пример решения задачи (А 10. ЕГЭ 2011): На фотографии представлены 2 термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах. Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съемка?



Психрометрическая таблица

$t_{\text{сух. терм}}$	Разность показаний сухого и влажного термометров								
$^{\circ}\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	28
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	53	47	41
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43

Показания сухого термометра – 22°C

Показания влажного термометра – 17°C

Разность показаний – $22 - 17 = 5^{\circ}\text{C}$

Относительная влажность – 61%

1. 22%
2. 61%
3. 17%
4. 40%

Конденсационный гигрометр

Прибор для определения влажности воздуха путем **охлаждения** последнего **до точки росы**.

Для **ускорения** **процесса испарения** эфира через него с помощью **груши** прогоняется воздух

сосуда, отмечают **температуру**, при которой это происходит. Эта температура является **точкой росы** при данном содержании водяного пара в воздухе. По точке росы находят соответствующую ей **плотность насыщенного пара**. По **таблице плотности насыщенного пара** находят **относительную влажность воздуха**

Металлическая коробочка

Передняя стенка
хорошо отполирована

Кольцо
хорошо отполировано

Прокладка
теплоизолирующая

Груша

Эфир

Термометр



Конденсационный гигрометр



- В конденсационном гигрометре **М. И. Гольцмана** температура **металлического зеркала**, измеряемая **электрически**, может быть понижена до **-150°C** с помощью обтекающего его **жидкого кислорода** или жидкого воздуха.
- Воздух просасывается через прибор и проходит мимо зеркала, где и происходит конденсация.

Это интересно...

Наиболее комфортная влажность воздуха для человека лежит в пределах **40—60%**.

Высокую температуру легче переносить в сухом воздухе. Жара в сухой пустыне может не так сильно изнурять, как 25 градусов после сильного дождя, когда влажность воздуха очень высока. Чтобы не перегреться, организму в жару надо сильно потеть.

Однако **при высокой влажности пот не будет высыхать и не даст охлаждения тела.**

При высокой температуре воздуха и низкой влажности человек, **потея, выводит влагу из организма в основном через кожу**, а не через почки. Это свойство организма используется в медицине **при заболеваниях почек.**



Рассмотрим задачи:

Подборка заданий по кинематике
(из заданий ГИА 2008-2010 гг.)

ГИА-2010-15. В двух комнатах квартиры показания сухих термометров психрометра одинаковы, а показания влажных — отличаются от показаний сухого и различаются между собой. Если показания влажного термометра выше в первой комнате, то влажный платок

- 1) высохнет быстрее в первой комнате
- 2) высохнет быстрее во второй комнате
- 3) высохнет за одно и то же время в обеих комнатах
- 4) не высохнет в первой комнате, если показания психрометра в ней не изменятся

(ЕГЭ 2005 г., ДЕМО) А13

Парциальное давление водяного пара в воздухе при 20°C равно $0,466\text{ кПа}$, давление насыщенных водяных паров при этой температуре $2,33\text{ кПа}$. Относительная влажность воздуха равна

1. 10%
2. 20%
3. 30%
4. 40%

(ЕГЭ 2006 г., ДЕМО) А10. При какой влажности воздуха человек легче переносит высокую температуру воздуха и почему?

1. при низкой, так как при этом пот испаряется быстро
2. при низкой, так как при этом пот испаряется медленно
3. при высокой, так как при этом пот испаряется быстро
4. при высокой, так как при этом пот испаряется медленно

(ЕГЭ 2007 г., ДЕМО) А12. При одинаковой температуре 100°C давление насыщенных паров воды равно 10^5 Па, аммиака — $59 \cdot 10^5$ Па и ртути — 37 Па. В каком из вариантов ответа эти вещества расположены в порядке убывания температуры их кипения в открытом сосуде?

1. вода \rightarrow аммиак \rightarrow ртуть
2. аммиак \rightarrow ртуть \rightarrow вода
3. вода \rightarrow ртуть \rightarrow аммиак
4. ртуть \rightarrow вода \rightarrow аммиак

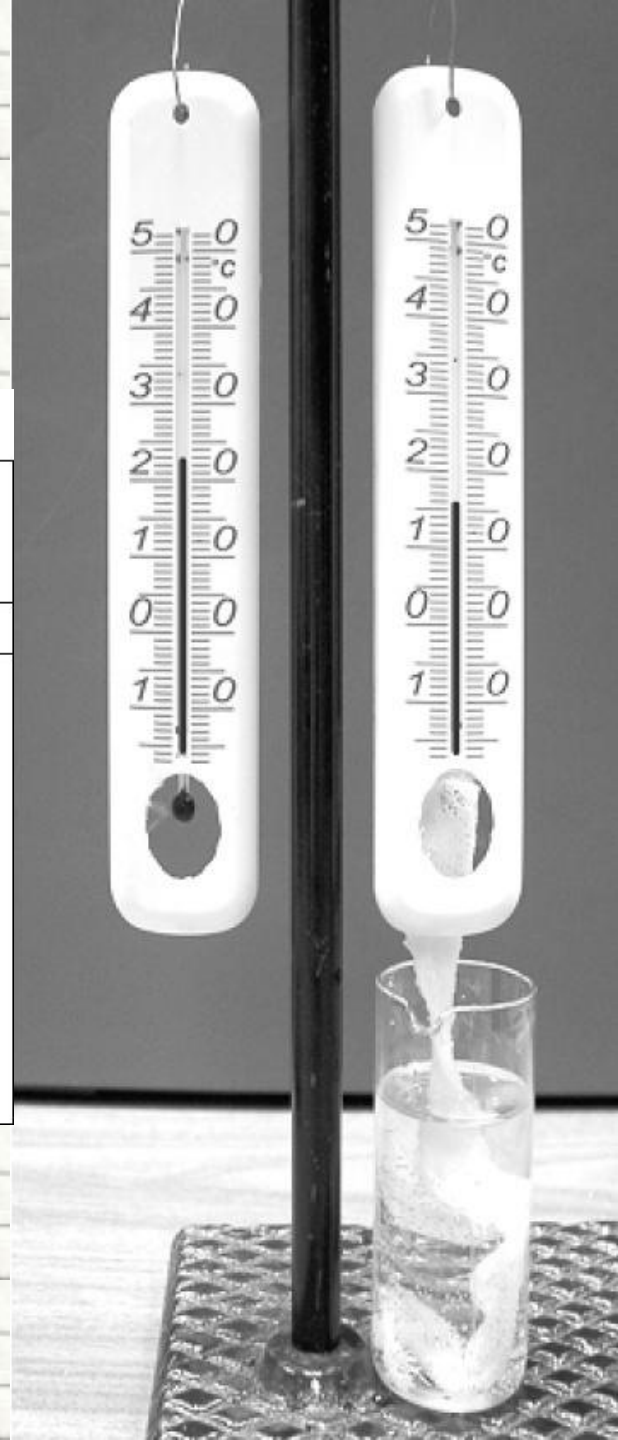
(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО) А11. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха. Ниже приведена психрометрическая таблица, в которой влажность указана в процентах.

Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съемка, равна

1. 37%
2. 40%
3. 48%
4. 59%

Психрометрическая таблица

t сух. терм °C	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44



Литература

- 2.6. Влажность воздуха. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // [Электронный ресурс] // http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/669b797e-e921-11dc-95ff-0800200c9a66/2_6.swf;
- Влажность воздуха и физика. // [Электронный ресурс] // <http://www.oteple.ru/page.89.html>
- ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА. Класс!ная физика для любознательных // [Электронный ресурс] // http://class-fizika.narod.ru/8_16.htm;
- Гутник, Е. М., Физика. 7 класс. Учебник для общеобразовательных школ / Е. М. Гутник, А. В. Перышкин. - М.: Дрофа, 2009. – 302 с.
- Зорин, Н.И. ГИА 2010. Физика. Тренировочные задания: 9 класс / Н.И. Зорин. – М.: Эксмо, 2010. – 112 с. – (Государственная (итоговая) аттестация (в новой форме)).
- Кабардин, О.Ф. Физика. 9 кл.: сборник тестовых заданий для подготовки к итоговой аттестации за курс основной школы / О.Ф. Кабардин. – М.: Дрофа, 2008. – 219 с;
- Перышкин, А. В., Физика. 7 класс. Учебник для общеобразовательных школ / А. В. Перышкин. - М.: Дрофа, 2009. – 198 с.
- Перышкин, А. В., Физика. 8 класс. Учебник для общеобразовательных школ / А. В. Перышкин. - М.: Дрофа, 2009. – 196 с.
- Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика [ГИА-9 2010 г.](http://gia-9.2010.g) // [Электронный ресурс] // <http://fipi.ru/view/sections/214/docs/>
- Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика ЕГЭ 2001-2010 // [Электронный ресурс] // <http://fipi.ru/view/sections/92/docs/> ;