

Влажность воздуха и ее измерение.

Учитель физики



- ◆ Образовательные задачи: сформировать понятия относительной и абсолютной влажности, точки росы, объяснить принцип действия и устройство приборов для измерения влажности (психрометра и гигрометра), научить пользоваться психрометром, обучить решению простейших задач влажности.
- ◆ Воспитательные задачи: показать роль молекулярно-кинетической теории для создания определенных условий в промышленном производстве для нормального течения процессов, для предсказания погоды в метеорологии и т.д.
- ◆ Задачи развития мышления: формировать умения применять знания МКТ для объяснения природных явлений, активизирование познавательной деятельности при использовании примеров из русской художественной литературы, примеров из истории.

- ◆ С давних времен человек знал: облака и тучи дают дождь, который так нужен посевам, травам, деревьям. Поэтому он считал, что боги облаков и дождевых туч – добрые боги. Он благодарил их, возносил им хвалу, сочинял в их честь гимны.
- ◆ **Природное явление непосредственно связанное с влажностью воздуха – образование облаков.**
- ◆ Там щедрым отблеском зари освещены,
- ◆ Густые облака, сбегая с вышины,
- ◆ Нависли пышными янтарными клубами. . .
- ◆ **В. Г. Бенедиктов**

- ◆ Красота и причудливость облаков, необычные сочетания форм и оттенков – все это всегда привлекало внимание, вызывало восхищение, будило воображение. Дети любят разглядывать облака и узнавать в них фигуры зверей, подчас диковинных, человеческие лица, те или иные предметы. Вспомним, у В. В. Маяковского:
- ◆ Плыли по небу тучки.
- ◆ Тучек – четыре штучки:
- ◆ От первой до третьей – люди,
- ◆ Четвертая - был верблюдик.
- ◆ К ним, любопытством объятая,
- ◆ По дороге пристала пятая;
- ◆ От нее в небосинем лоне
- ◆ Разбежались за слоником слоник.

- ◆ В воображении поэтов причудливые формы облаков рождали разнообразные картины. Так у А. А. Фета гряда облаков оказывается похожей на силуэт города:

- ◆ Вон там на заре растянулся
 - ◆ Причудливый хор облаков:
 - ◆ Все будто бы кровли да стены,
 - ◆ Да ряд золотых куполов.
- 

- ◆ Облака не просто проплывают над землей, они на наших глазах непрерывно меняются, возникают и тают. В каждый момент неувовимо меняется их форма, окраска, густота.
- ◆ Высоко в просторе неба,
- ◆ Все сияя белизною,
- ◆ Вышло облачко на полдень
- ◆ Над равниной водяною.
- ◆ Из болот оно восстало,
- ◆ Из холодного тумана –
- ◆ И замлело, засияло
- ◆ В синей стали океана. . .
- ◆ Вышло облачко высоко,
- ◆ Стало тонкое, сквозное,
- ◆ Улыбнулось одиноко –
- ◆ И угасло в ярком зное.



- ◆ Это стихотворение И. А. Бунина очень лирично. Образ одинокого облака, родившегося и растаявшего на наших глазах, невольно вызывает легкую грусть.
- ◆ Прекрасное стихотворение посвятил облаку английский поэт П. Шелли. В нем есть выразительные строки:
 - ◆ Я землею рождено, я водою вспоено,
 - ◆ Возращено средь небесной равнины,
 - ◆ Отдыхаю в горах, исчезаю в морях;
 - ◆ Я меняюсь, но нет мне кончины.
- ◆ В этих строках много не только поэзии. В них хорошо отражена также физика красивого и удивительного явления природы, называемого облаком.

- ◆ И еще одно природное явление непосредственно связанное с влажностью воздуха – туман.
- ◆ Сельский житель обычно рад туману. Он знает, что туман ранней весной предвещает потепление, что туман на утренней заре летом связан с выпадением росы, которая напитает растения влагой.
- ◆ Иначе воспринимают туман жители городов с сильно загрязненным воздухом. Городскому жителю в сильный туман не только трудно ходить по улицам, но и трудно дышать; физическое состояние резко ухудшается, портится настроение. В довольно мрачных тонах описывает Э. Верхарн туман, сгустившийся в большом городе над загрязненной рекой.

- ◆ Сплошными белыми пластами
- ◆ Туман залег между домов. . .
- ◆ Туман сырой, туман холодный,
- ◆ Туман, как белый войлок плотный,
- ◆ Окутал низкие челны.
- ◆ Они, закинув якоря,
- ◆ Туман кровавя нимбом фонаря,
- ◆ В безумье тихое сейчас погружены. . .
- ◆ Седая ночь мира в туманах прячет
- ◆ И в тусклых душах монотонно плачет.

- ◆ К счастью в наших городах не бывает таких мрачных, унылых туманов. Несмотря на подобные, способные вызвать озноб описания туманы, его все же вряд ли можно отнести к грозным явлениям природы. В древние времена он воспринимался как таинственное явление, способное породить призраки и скрывать предметы, как нечто незаметно подкрадывающееся, обволакивающее.
- ◆ Таинственность тумана рождала суеверные представления, и возникали различные легенды, иногда даже светлые, не лишённые поэзии.
- ◆ Герой «Карельских рун» (эпических произведений древней народной поэзии Карелии) кузнец Илмаринен выковал . Он обращается к дочери тумана с просьбой помочь ему:

И ловить зверей он вышел
Говоря слова такие:
«Терхенетяр, дочь тумана!
Решетом всю хмарь просей ты,
Поразвесь клочками дымку
Над звериными тропами,
Чтобы мне пройти неслышно,
Никого не всполошивши».



- ◆ Надо признать, что поэты всегда любили обращаться к туману, они использовали его как поэтический образ, помогающий выразить самые разные настроения. В одних случаях поэты видят в туманной дымке неуловимый облик возлюбленной:

- ◆ Как сквозь туман вишневые цветы

- ◆ На горных склонах раннею весною

- ◆ Белеют вдалеке, -

- ◆ Как промелькнула ты,

- ◆ Но сердце все полно тобою.

- ◆ В других случаях туман наводит их на грустные думы, вызывает беспокойство, тревогу:
- ◆ В тумане утреннем вся бухта Акаси,
- ◆ Которой свет зари едва-едва коснулся.
- ◆ Не видно островов. . .
- ◆ И думы все мои
- ◆ О корабле , что не вернулся.
- ◆ Эти чем-то напоминающие изящные кружева стихи относятся к средневековой японской поэзии X – XIII веков. Автор первого стихотворения Ки-но Цараюки, автор второго не известен.

- ◆ Часто с туманом ассоциируются печальные воспоминания, чувство утраты. За душу берут исполненные глубокой печали строки, написанные И.С.Тургеневым.
- ◆ Утро туманное, утро седое,
- ◆ Нивы печальные, снегом покрытые,
- ◆ Нехотя вспомнишь и время былое,
- ◆ Вспомнишь и лица давно позабытые.

- ◆ Глазами внимательного наблюдателя смотрят поэты на туман и видят огромное их разнообразие.
- ◆ Утренний туман весьма нестойк. Взойдет солнце, и он растает без следа. Желая подчеркнуть быстротечность молодости и юных мечтаний, А. С. Пушкин недаром упоминает утренний туман. Вспомним строки из его стихотворения «К Чаадаеву»:

- ◆ Любви, надежды, тихой славы
 - ◆ Недолго тешил нас обман,
 - ◆ Исчезли юные забавы,
 - ◆ Как сон, как утренний туман.
- 

- ◆ Обратим внимание на отмеченное М. Ю. Лермонтовым свойство вечернего тумана клубиться:
- ◆ И скрылся день; клубясь, туманы
- ◆ Одели темные поляны
- ◆ Широкой белой пеленой.
- ◆ Но туман не обязательно клубится, чаще он «ползет». Это отмечает С. Есенин:
- ◆ Приятный вечер. Гаснут зори.
- ◆ По траве ползет туман.

- ◆ Какого цвет туман? Легкая туманная дымка над морем имеет голубоватый цвет. Хорошо известно стихотворение М. Ю. Лермонтова:
- ◆ **Белеет парус одинокий**
- ◆ **В тумане моря голубом.**
- ◆ Луну или солнце, наблюдаемые сквозь легкий туман, кажутся красноватыми. Напомним прекрасные пушкинские строки:
- ◆ **Туман над озером дымился,**
- ◆ **И красный месяц в облаках**
- ◆ **Тихонько по небу катился. . .**

- ◆ В наше время облаками и туманами интересуются не только поэты и художники. Пожалуй, особенно сильно туманы интересуют сегодня диспетчеров аэропортов, работников морских и речных портов, летчиков, капитанов кораблей, водителей автомашин и, конечно же, огромную армию метеорологов и синоптиков.
- ◆ **Метеоролог** – метео-(гр.meteora) – атмосферные явления. Относящийся к явлениям земной атмосферы, к также к науке, занимающейся этими явлениями.
- ◆ **Синоптика** – (гр. – sinoptikos – способный все обозреть). Раздел метеорологии изучающий физические явления и процессы в атмосфере, определяющий состояние погоды, занимающийся прогнозом погоды.

- ◆ И здесь нам самое время обратить внимание на то, что замечательные по своим масштабам и красоте явления, связанные с влагой в атмосфере, оказывают не только эстетическое воздействие на людей.
- ◆ Водяной пар в воздухе, несмотря на огромные поверхности океанов, морей, озер и рек, не является насыщенным: атмосфера — «открытый сосуд». Перемещение воздушных масс приводит к тому, что в одних местах нашей планеты в данный момент времени испарение воды преобладает над конденсацией, а в других, наоборот, преобладает конденсация.
- ◆ Важно ли это для нас?

- ◆ Почему в нашем городе так тяжело переносятся холод и жара? Почему в Санкт-Петербурге уже при 25°C учащиеся младших классов могут не ходить в школу, хотя, например, в Хабаровске зимой температура достигает 35°C и никому не приходит в голову не только не ходить в школу, но и лишаться прогулок.
- ◆ Почему в нашем городе так трудно переносится жара даже 25°C , хотя в других местах и большая температура переносится легче?
- ◆ Что за приборы висят в каждом зале Эрмитажа помимо термометров?
- ◆ Почему больные люди так внимательно готтбоятся к прогнозу погоды, когда передают влажность воздуха?
- ◆ Почему, когда зимой человек в очках входит в помещение, его очки запотевают?
- ◆ Почему зимой на окнах появляются узоры?

- ◆ На все эти вопросы мы попробуем ответить в конце изучения темы «Влажность воздуха и ее значение».
- ◆ **Влажность воздуха – содержание в нем водяных паров.**
- ◆ Влажность воздуха характеризуется рядом величин.

Парциальное давление водяного пара.

Атмосферный воздух представляет собой смесь различных газов и водяного пара. Каждый из газов вносит свой вклад в суммарное давление, производимое воздухом на находящиеся в нем тела.

- ◆ Давление, которое производил бы водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали, называют парциальным давлением (или упругостью) водяного пара.
- ◆ Парциальное давление p водяного пара принимают за один из показателей влажности воздуха.
- ◆ Единицы измерения: $[p] = 1 \text{ Па}$ или $[p] = 1 \text{ мм.рт.ст.}$

Абсолютная влажность воздуха

- ◆ За характеристику влажности водяного пара может быть принята плотность водяного пара ρ , содержащегося в воздухе.

- ◆ Так как эта величина очень мала, то ее выражают

- ◆
$$[\rho] = 1 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

- ◆ Абсолютная влажность показывает, таким образом, сколько водяного пара в граммах содержится в 1 м^3 воздуха.

- ◆ Абсолютная влажность и парциальное давление водяного пара связаны уравнением Менделеева-Клайперона

- ◆
$$p = \frac{m}{MV} RT \qquad p = \frac{\rho}{M} RT$$

Относительная влажность.

- ◆ Знание парциального давления водяного пара или абсолютной влажности ничего не говорят о том, насколько водяной пар в данных условиях далек от насыщения, а именно от этого зависит интенсивность испарения воды (или конденсация пара) и, следовательно, потеря влаги живыми организмами. От этого же зависит быстрота высыхания тканей, почвы, увядание растений и многое другое. Вот почему вводят величину, показывающую, насколько водяной пар при данной температуре близок к насыщению, - **относительную влажность.**

- ◆ **Относительной влажностью воздуха φ называют выраженное в процентах отношение парциального давления p водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению p_0 насыщенного пара при той же температуре.**

- ◆
$$\varphi = \frac{p}{p_0} 100\%$$

- ◆ **Итак, для вычисления относительной влажности надо знать парциальное давление пара, содержащегося при данной температуре в воздухе, и давление насыщенного водяного пара при той же температуре.**
- ◆ **Давление и плотность насыщенного пара при разных температурах можно найти в таблице. Это табличная величина.**

- ◆ Пусть имеем следующие условия: температура воздуха 25°C , абсолютная влажность паров составляет 1,22 кПа.
- ◆ Тогда относительная влажность воздуха: $\varphi = \frac{1,22}{3,17}100\% = 38\%$
- ◆ Температура воздуха упала до 20°C . Относительная влажность воздуха стала $\varphi = \frac{1,22}{2,33}100\% = 52\%$
- ◆ Температура воздуха упала до 15°C . Относительная влажность воздуха стала $\varphi = \frac{1,22}{1,71}100\% = 71\%$
- ◆ Температура воздуха упала до 10°C . Относительная влажность воздуха стала $\varphi = \frac{1,22}{1,22}100\% = 100\%$
- ◆ Пар в воздухе стал насыщенным. Выпала роса.

Точка росы.

- ◆ Температура t_r , до которой должен охладиться воздух, чтобы находящийся в нем водяной пар достиг состояния насыщения (при данной влажности и неизменном давлении), называется точкой росы.
- ◆ Давление насыщенного водяного пара при температуре воздуха, равной точке росы, и есть парциальное давление водяного пара, содержащегося в атмосфере.
- ◆ При охлаждении воздуха до точки росы начинается конденсация паров: появляется туман, выпадает роса.

Приборы для определения влажности воздуха.

- ◆ 1. Гигрометр.
- ◆ Гигрометр представляет собой металлическую коробку, передняя стенка которой хорошо отполирована. Коробка соединена с резиновой грушей. Внутри коробки наливают легко испаряемую жидкость – эфир и вставляют термометр. Продувая через коробку воздух с помощью груши, вызывают сильное испарение и быстрое охлаждение коробки. По термометру замечают температуру, при которой появляются капельки росы на полированной поверхности. Это и есть точка росы, так как появление росы указывает, что водяной пар стал насыщенным.
- ◆ Определение точки росы является наиболее точным способом измерения влажности воздуха.

◆ 2. Волосяной гигрометр.

- ◆ Рассказывают, что однажды Ньютон, который отдыхал в сельской местности в Англии, пошел прогуляться в горы. По дороге он встретил пастуха, который пас овец. Хотя на небе не было никаких признаков грозы, пастух сказал Ньютону, что скоро будет гроза. Ньютон не поверил, и скоро промок до нитки, попав под дождь. Он решил выяснить у пастуха, откуда тот узнал о приближении грозы. Пастух рассказал, что ему в этом помогают овцы. Незадолго до дождя шерсть пастухов становится заметно длиннее.
- ◆ На свойстве обезжиренного человеческого и не только человеческого волоса удлиняться при увеличении влажности воздуха основано действие волосяного гигрометра. Его применяют, когда не требуется особой точности при определении влажности воздуха.

◆ 3. Психрометр.

- ◆ Состоит из двух термометров. Резервуар одного из них остается сухим, и термометр показывает температуру воздуха. Резервуар другого окружен полоской ткани, конец которой опущен в воду. Вода испаряется, и благодаря этому термометр охлаждается. Чем больше влажность воздуха, тем менее интенсивно идет испарение и тем меньше разность показаний термометров. При относительной влажности, равной 100%, вода вообще не будет испаряться и показания термометров будут одинаковы. По разности температур с помощью специальных таблиц, называемых психрометрическими, можно определить влажность воздуха.
- ◆ Психрометрами пользуются в тех случаях, когда требуется быстрое и точное определение влажности.

Значение влажности.

- ◆ Люди весьма восприимчивы к влажности. От нее зависит интенсивность испарения влаги с поверхности кожи. А при испарении влаги температура организма уменьшается. При высокой влажности, особенно в жаркий день, испарение влаги с поверхности кожи уменьшается и поэтому затрудняется терморегуляция человеческого организма. В сухом воздухе, напротив, происходит быстрое испарение влаги с поверхности кожи, что приводит к высыханию слизистых оболочек дыхательных путей. Наиболее благоприятной является относительная влажность от 40% до 60%. Такая влажность, например, поддерживается в космическом корабле.

- ◆ Большое значение имеет знание влажности в метеорологии для предсказания погоды. Хотя количество водяного пара в воздухе сравнительно невелико (около 1%) роль его в атмосферных явлениях значительна. Конденсация водяного пара приводит к образованию облаков и последующему выпадению осадков. При этом выделяется большое количество теплоты. Испарение воды и образование водяного пара сопровождается, наоборот, поглощением теплоты и похолоданием. Огромное значение влажность воздуха имеет для образования туманов. Во время туманов увеличивается количество аварий. На пригородных дорогах часто даже стоят указатели, предупреждающие о возможности частых и сильных туманов.

- ◆ Определенную влажность необходимо поддерживать в ткацком, кондитерском, табачном и других производствах для нормального течения процесса. А также при хранении произведений искусства и книг в музеях и библиотеках. Поэтому в музеях в каждом зале вы можете увидеть психрометры.



Закрепление.

- ◆ Задача 1.
- ◆ Найти относительную влажность воздуха, если парциальное давление водяного пара в воздухе при 19°C было 1,1 кПа.

- ◆ Задача 2.
- ◆ Найти относительную влажность воздуха в комнате при температуре 18°C , если при температуре 10°C образуется роса.

◆ Задача 1.

◆ Дано:

◆ $p = 1,1 \text{ кПа}$

◆ $p_0 = 2,2 \text{ кПа}$

◆ Найти:

◆ $\varphi = ?$

Решение.

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

$$\varphi = \frac{1,1}{2,2} 100\%$$

$$\varphi = 50\%$$

◆ Задача 2.

◆ Дано:

◆ $t = 18^{\circ}\text{C}$

◆ $t_p = 10^{\circ}\text{C}$

◆

◆ $p_{01} = 2,07 \text{ кПа}$

◆ $p = 1,23 \text{ кПа}$

◆ Найти:

◆ $\varphi = ?$

Решение.

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

$$\varphi = \frac{1,23}{2,2} 100\%$$

$$\varphi = 59\%$$

◆ Домашнее задание:

