

Прохоров Вадим Константинович

Учитель физики

ГБОУ «Школа № 1526 на Покровской» г. Москва.



## Готовимся к ЕГЭ. Влажность

### Испарение

Испарение – процесс перехода молекул из жидкости в окружающую среду, при котором уменьшается количество жидкости. В основном жидкость покидают наиболее быстрые молекулы, кинетической энергии которых достаточно для преодоления сил притяжения со стороны молекул поверхностного слоя жидкости. Молекулы, вылетевшие из жидкости, образуют пар и могут возвращаться обратно в жидкость (конденсация). Если «испарившиеся» молекулы убирать от поверхности жидкости, лишив их возможности возвращаться в жидкость, то жидкость быстрее испаряется и быстрее остывает. Именно поэтому дуют на горячий чай, поэтому также белье на ветру сохнет быстрее.

Если же жидкость будет находиться в закрытом сосуде (температура в котором будет поддерживаться постоянной, молекул пара будет становиться со временем больше и возвращаться в жидкость будет все большее число молекул. В какой-то момент наступает *динамическое равновесие*: число молекул, вылетающих из жидкости в пар, равно числу молекул, возвращающихся из пара в жидкость. Пар находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью называется *насыщенным*. Давление насыщенного пара является максимальным при заданной температуре и не зависит от объема пара<sup>1</sup>.

### Изотермическое сжатие

Для каждого газа существуют так называемое *критическое состояние*: критическая температура  $T_{кр}$  и критическое давление  $p_{кр}$ . Если параметры газа меньше критических,

то при *изотермическом сжатии* этот газ можно превратить в жидкость. В таблице 1 приведены значения критических параметров некоторых известных газов [1].

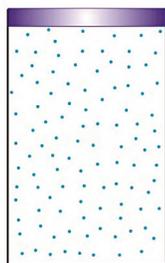
<sup>1</sup> Здесь необходимо упомянуть о существовании т. н. пересыщенного пара – метастабильного состояния пара, при котором давление превышает давление насыщенного пара при данной температуре. Это состояние можно получить, изотермически сжимая газ при отсутствии центров конденсации (капельки жидкости, пылинки, ионы).

Таблица 1.

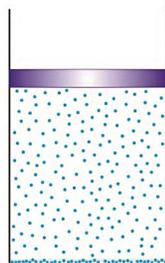
Вещество	$T_{кр}, K$	$p_{кр}, атм$
CO <sub>2</sub> (углекислый газ)	304,15	73,87
H <sub>2</sub> O (вода)	647,3	221,2
N <sub>2</sub> (азот)	126,25	33,99
O <sub>2</sub> (кислород)	154,78	50,81

Проведем следующий эксперимент. Тонкостенный цилиндрический сосуд заполним газом при температуре и давлении ниже критических. В качестве такого газа можно взять водяной пар – его критические параметры гораздо выше параметров при нормальных условиях. Сосуд закроем герметичным поршнем. Медленно опуская поршень будем сжимать газ. Стенки сосуда достаточно хорошо проводят тепло, поэтому процесс сжатия будет происходить при постоянной температуре, равной температуре окружающей среды – т. е. изотермически. Этапы этого процесса изображены на рис. 1, а зависимость давления от объема на графике (рис. 2). Температура газа гораздо меньше критической. Сначала (от точки 1 до точки 2) зависимость давления от объема подобна закону Бойля-Мариотта. Это про-

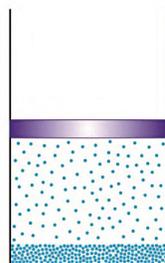
должается до тех пор, пока давление не станет равно давлению насыщенного пара. В этот момент (точка 2) начинается конденсация пара, появляются капельки жидкости. И с этого момента уменьшение объема приводит к тому, что количество пара уменьшается, количество жидкости увеличивается, а давление остается постоянным и равным давлению насыщенного пара. Процесс конденсации пара соответствует горизонтальному участку графика от точки 2 до точки 4. Точка 3 – одно их состояний этого процесса. Точка 4 – состояние в котором весь пар превратился в жидкость и далее происходит сжатие жидкости. Заметим – из эксперимента следует, что в любой момент равновесное состояние пара может быть с достаточной степенью точности описано уравнением Менделеева – Клапейрона.



Точка 1. Давление пара меньше давления насыщенного пара.



Точка 2. Пар становится насыщенным. Начало конденсации.



Точка 3. Состояние равновесия жидкости и пара. Давление пара равно давлению насыщенного пара.



Точка 4. Весь пар превратился в жидкость.

Рис. 1

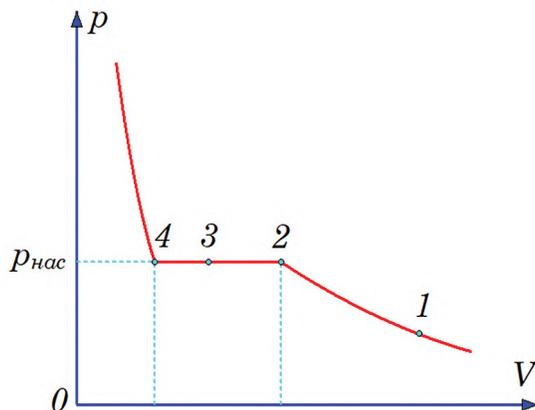


Рис. 2  
Изотерма реального газа.

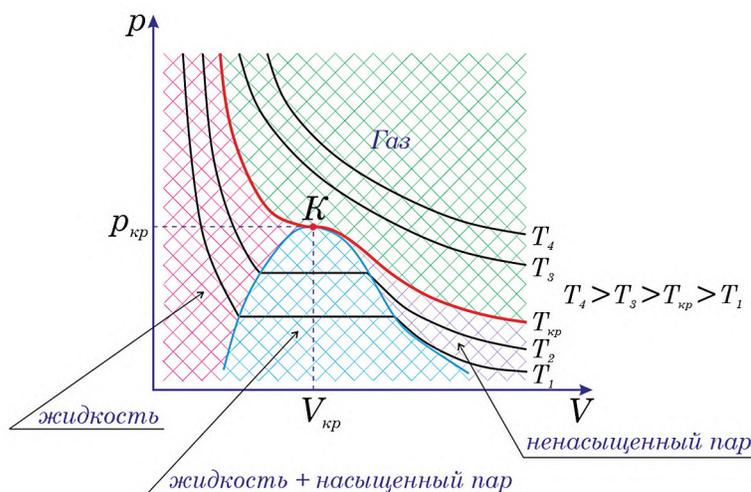


Рис. 3

На рис. 3 представлены изотермы для разных температур. Область двухфазного состояния «жидкость – пар» уменьшается по мере увеличения температуры и совсем исчезает, когда температура достигает значения критической температуры. При температуре выше критической переход из пара в жидкость путем изотермического сжатия невозможен. Поэтому понятие «пар» имеет смысл только при температуре ниже критической.

Как видно из таблицы 1 критические параметры воды достаточно высоки, поэтому при температурах

и давлениях близких к нормальным мы наблюдаем воду в виде жидкости и в виде пара.

## Влажность воздуха

Воздух, как известно, является смесью газов – азота, кислорода, аргона и др. Если в состав воздуха входит еще водяной пар – воздух называется *влажным*.

*Абсолютной влажностью воздуха* называется плотность водяных паров, содержащихся в воздухе  $\rho_{\text{пар}}$ .

Чаще используется понятие относительной влажности. *Относительная влажность  $\varphi$*  – отношение плотности водяного пара  $\rho_{\text{пар}}$  к плотности насыщенного водяного пара  $\rho_{\text{нас}}$  при той же температуре:

$$\varphi = \frac{\rho_{\text{пар}}}{\rho_{\text{нас}}} \cdot 100\%.$$

Для пара, в том числе, насыщенного справедливо уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$p_{\text{пар}} = \frac{\rho_{\text{пар}}}{M} RT,$$

где  $M$  – молярная масса. Поэтому относительную влажность можно также определить, как отношение плотностей пара и насыщенного пара:

$$\varphi = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}} \cdot 100\%.$$

В соответствии с *законом Дальтона* давление смеси газов равно сумме давлений отдельных компонент смеси (парциальных давлений). Давление влажного воздуха можно представить, как сумму парциальных давлений сухого воздуха  $p_{\text{сух}}$  и водяного пара  $p_{\text{пар}}$ :

$$p_{\text{вл}} = p_{\text{сух}} + p_{\text{пар}}.$$

Зависимость давления насыщенного пара от температуры для интервала температур от 0 до 110 °С представлена графиком на рисунке 4.

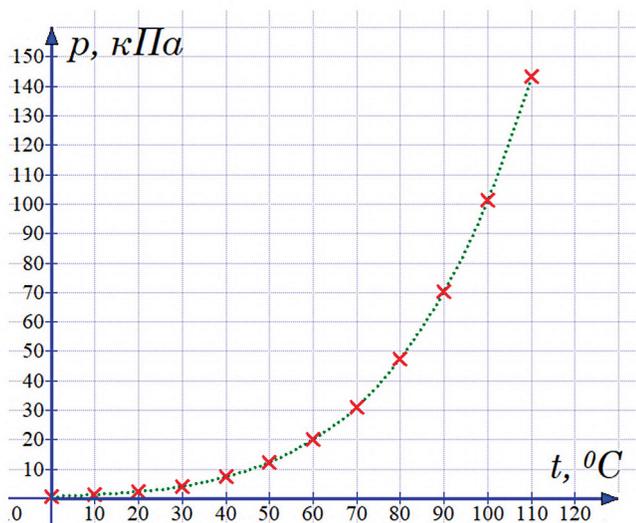


Рис. 4

Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры [1].

Таблица 2.

t, °C	$p_{\text{нас}}$ , кПа
0	0,61
10	1,23
20	2,34
30	4,24
40	7,35
50	12,34
60	20,0
70	31,16
80	47,36
90	70,12
<b>100</b>	<b>101,33</b>
110	143,3

Сделаем выводы:

- Если в закрытом сосуде находится жидкость и ее пар, то с течением времени пар становится насыщенным.

- Давление насыщенного пара – максимально возможное давление пара при данной температуре.

- При изотермическом сжатии насыщенного пара его давление остается постоянным (давление не зависит от объема).

- При изотермическом сжатии количество насыщенного пара уменьшается – он конденсируется.

- Процессы, происходящие с насыщенным паром, описываются уравнением Менделеева – Клапейрона.

Примеры решения задач.

**Задача 1.** При изотермическом сжатии  $m = 9$  г водяного пара при некоторой постоянной температуре, его объем уменьшился в 3 раза, а давление возросло вдвое. Найдите начальный объем пара и массу образовавшейся воды.

**Решение.**

Соотношение между давлением и объемом не соответствует закону Бойля – Мариотта для изотермического процесса из-за того, что пар становится насыщенным после чего сжатие не приводит к росту давления, так как пар начинает конденсироваться. Следовательно, первоначальное давление вдвое меньше давления насыщенного пара при заданной температуре.

Уравнение Менделеева – Клапейрона для первоначального состояния пара:

$$\frac{p_{\text{нас}} V}{2} = \frac{m}{M} RT, \quad (1)$$

для конечного:

$$\frac{p_{\text{нас}} V}{3} = \frac{m - m_{\text{в}}}{M} RT. \quad (2)$$

Из (1) следует:

$$V = \frac{2mRT}{Mp_{\text{нас}}}. \quad (3)$$

Вычитая уравнения (1) и (2) друг из друга и выражая  $m_{\text{в}}$ , получим:

$$m_{\text{в}} = \frac{m}{3}.$$

Ответ: 3 г.

**Задача 2.** («Физтех», 2013) В цилиндре под поршнем находится водяной пар при температуре  $T$ . При изобарическом охлаждении цилиндра объем уменьшается в 3 раза, а температура — на 20%. Найдите работу, совершённую над содержимым цилиндра в этом процессе, если к концу охлаждения в цилиндре образовалось  $\nu$  молей жидкости. Объем жидкости намного меньше объема пара. Пар считать идеальным газом.

**Решение.**

Работа внешних сил над газом в изобарном процессе равна:

$$A = -p(V_2 - V_1) = \frac{2}{3} pV_1. \quad (1)$$

Соотношение между температурой и объемом не соответствует закону Гей-Люссака, так как пар при сжатии конденсируется. Запишем уравнение Менделеева – Клапейрона для начального и конечного состояний водяного пара ( $\nu_0$  – первоначальное количество пара):

$$pV_1 = \nu_0 RT_1. \quad (2)$$

$$\frac{1}{3} pV_1 = (\nu_0 - \nu) R \cdot 0,8T_1. \quad (3)$$

Из (2) и (3) уравнений получаем:

$$pV_1 = \frac{12}{7} \nu RT_1. \quad (4)$$

Подставляя (4) в (1) получим:

$$\text{Ответ: } A = \frac{8}{7} \nu RT_1.$$

**Задача 3.** (МФТИ, 1997) В цилиндре поршнем с пружиной (см. рисунок) заперт водяной пар в объёме  $V = 4$  л. Температура в цилиндре поддерживается постоянной и равной  $t = 100$  °С. В цилиндр впрыскивается  $m = 4$  г воды, и поршень начинает перемещаться. После установления равновесия часть воды испарилась, а объём цилиндра увеличился в два раза.

1) Какая масса  $m_n$  пара была в цилиндре вначале?

2) Сколько воды  $\Delta m$  испарилось к концу опыта?

Внешнее давление отсутствует, длина недеформированной пружины соответствует положению поршня у дна цилиндра.

**Решение.**

Уравнение состояния водяного пара до впрыскивания воды:

$$pV = \frac{m_n}{M} RT. \quad (1)$$

В начальном состоянии сила давления газа и сила упругости, действующие на поршень, компенсируют друг друга:

$$pS = kL, \quad (2)$$

где  $L$  – расстояние от дна цилиндра до поршня,  $k$  – жесткость пружины.

После впрыскивания воды пар становится насыщенным (т. к. не вся вода испарилась), объём и деформация пружины увеличиваются вдвое:

$$2p_{\text{нас}} V = \frac{m_n + \Delta m}{M} RT. \quad (3)$$

$\Delta m$  – масса испарившейся воды. Условие равновесия поршня:

$$p_{\text{нас}} S = k \cdot 2L. \quad (4)$$

Из (2), (4) получаем, что первоначальное давление вдвое меньше давления насыщенного пара:

$$p = \frac{p_{\text{нас}}}{2}. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (1) находим:

$$m_n = \frac{p_{\text{нас}} VM}{2RT}. \quad (6)$$

Подставляя (6) в (3) и выражаем  $\Delta m$  с учетом (6):

$$\Delta m = \frac{3p_{\text{нас}} VM}{2RT}.$$

Учитывая, что при 100 °С давление насыщенного пара приблизительно равно  $10^5$  Па (см. таблицу 2), а молярная масса водяного пара  $M = 18 \cdot 10^{-3}$  кг/моль, получим численные значения искомым величин.

Ответ:  $m_n = 1,2$  г,  $\Delta m = 3,6$  г.

**Задача 4.** («Росатом», 2017, 11)

В вертикальный цилиндрический сосуд с водой налили воду и закрыли сосуд очень лёгким подвижным поршнем. Первоначально воздух в сосуде сухой (не содержит паров воды) и имеет плотность  $\rho_0 = 1$  кг/м<sup>3</sup>. Увеличится или уменьшится плотность влажного воздуха в сосуде, когда часть воды испарится? На сколько увеличится или уменьшится плотность влажного воздуха в сосуде по сравнению с плотностью сухого воздуха через достаточно продолжительное время, когда вода перестанет испаряться? Температура воздуха постоянна в течение всего процесса. Давление насыщенных паров при рассматриваемой температуре составляет одну седьмую часть от атмосферного. Средняя молярная масса воздуха  $M_0 = 29$  г/моль, молярная масса воды  $M_1 = 18$  г/моль. Воздух считать идеальным газом.

**Решение.**

Так как поршень подвижный – давление под ним в течение всего процесса остается постоянным и равным внешнему атмосферному давлению  $p_0$ .

Запишем уравнение первоначального состояния сухого воздуха:

$$p_0 = \frac{\rho_0}{M_0} RT. \quad (1)$$

Начавшееся испарение приводит к тому, что воздух становится влажным и его установившееся давление складывается из парциальных давлений сухого воздуха  $p'_0$  и водяного пара  $p_n$ :

$$p_0 = p'_0 + p_n. \quad (2)$$

Так как испаряется только часть воды, то пар в сосуде будет являться насыщенным и по условию:

$$p_n = \frac{p_0}{7}. \quad (3)$$

Из (2) и (3) получаем, что давление сухого воздуха по окончании процесса равно:

$$p'_0 = \frac{6}{7} p_0. \quad (4)$$

Теперь можно записать уравнения состояния для компонент из которых состоит влажный воздух:

$$p'_0 = \frac{\rho'_0}{M_0} RT, \quad (5)$$

$$p_n = \frac{\rho_n}{M_1} RT. \quad (6)$$

Подставляя (3) и (4) в (5) и (6) соответственно получим:

$$\frac{6}{7} p_0 = \frac{\rho'_0}{M_0} RT \quad (7)$$

$$\frac{1}{7} p_0 = \frac{\rho_n}{M_1} RT. \quad (8)$$

Плотность влажного воздуха  $\rho_{вл}$  является суммой плотностей сухого воздуха и пара:

$$\rho_{вл} = \rho'_0 + \rho_n. \quad (9)$$

Из уравнений (7) – (9) получаем:

$$\rho_{вл} = \frac{p_0}{7RT} (6M_0 + M_1),$$

Подставляем сюда выраженное из (1) значение давления и окончательно получим:

$$\rho_{вл} = \frac{p_0}{7\mu_0} (6M_0 + M_1) = 0,96 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: 0,96 кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 5. (ЕГЭ)**

В большом сосуде с жёсткими стенками, закрытом подвижным поршнем, находятся воздух, малое количество воды и насыщенный водяной пар при температуре 100 °С. Давление в сосуде равно  $p_1 = 300$  кПа. Поршень переместили, поддерживая температуру содержимого сосуда постоянной. При этом масса водяного пара в сосуде возросла в два раза, и на дне сосуда осталось некоторое количество жидкой воды. Какое давление  $p_1$  установилось в сосуде?

**Решение.**

Влажный воздух можно считать смесью сухого воздуха (состоящего из азота, кислорода, аргона, углекислого газа и др.) и водяного пара. Так как водяной пар насыщенный, а температура равна 100 °С, то давление его равно  $p_{нас} = 100$  кПа. В соответствии с законом Дальтона для смеси газов:

$$p_1 = p_{сух1} + p_{нас}.$$

При перемещении поршня объемом, очевидно, увеличился, масса пара увеличилась, но вода осталась, а

это означает, что пар все еще насыщенный и его давление не изменилось. Сухой же воздух ведет себя в соответствии с законом Бойля – Мариотта для изотермического процесса и его давление уменьшится и будет равно  $p_{\text{сух}2}$ . Поэтому новое давление в сосуде будет равно:

$$p_2 = p_{\text{сух}2} + p_{\text{нас}}.$$

Определим во сколько раз увеличился объем сосуда. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояний водяного пара:

$$p_{\text{нас}} V_1 = \nu RT$$

$$p_{\text{нас}} V_2 = 2\nu RT.$$

Из последних двух уравнений следует, что объем сосуда увеличился в два раза, следовательно, давление сухого воздуха уменьшится в два раза:  $p_{\text{сух}2} = p_{\text{нас}1}/2$ .

Из сказанного можно сделать вывод, что

$$p_{\text{сух}1} = 200 \text{ кПа}, \quad p_{\text{сух}2} = 100 \text{ кПа},$$

$$p_2 = 200 \text{ кПа}.$$

Ответ: 200 кПа.

### Задача 6. (ЕГЭ)

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $100^\circ\text{C}$  равно  $p = 170 \text{ кПа}$ . Объем под поршнем изотермически уменьшили в 3 раза. При этом давление в сосуде увеличилось в 2 раза. Найдите относительную влажность  $\varphi$  воздуха в первоначальном состоянии.

#### Решение.

Давление в сосуде является суммой давления сухого воздуха и водяного пара:

$$p = p_{\text{сух}} + \frac{\varphi p_{\text{нас}}}{100\%}. \quad (1)$$

После уменьшения объема:

$$2p = 3p_{\text{сух}} + p_{\text{нас}}. \quad (2)$$

При сжатии сухой воздух ведет себя в соответствии с законом Бойля – Мариотта, поэтому его давление увеличивается в 3 раза. Водяной пар конденсируется и его давление становится равным давлению насыщенного пара.

Исключая из уравнений (1) и (2)  $p_{\text{сух}}$ , получаем:

$$\varphi = \frac{1}{3} \left( \frac{p}{p_{\text{нас}}} + 1 \right) \cdot 100\% = 90\%.$$

Ответ: 90%.

**Задача 7.** Два сосуда объемами 20 л и 30 л, соединённые трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах после установления теплового равновесия, считая температуру постоянной?

#### Решение.

Запишем уравнение состояния водяного пара в первом и втором сосудах соответственно:

$$\frac{\varphi_1 p_{\text{нас}} V_1}{100\%} = \nu_1 RT$$

$$\frac{\varphi_2 p_{\text{нас}} V_2}{100\%} = \nu_2 RT.$$

После соединения сосудов водяной пар занимает объем равный суммарному объему сосудов:

$$\frac{\varphi p_{\text{нас}} (V_1 + V_2)}{100\%} = (\nu_1 + \nu_2) RT.$$

Из последних трех уравнений:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2}.$$

Ответ: 36%.

**Задача 8.**

В сосуде, закрытом поршнем, при комнатной температуре находится  $m = 8$  г водяного пара, относительная влажность которого  $\varphi = 50\%$ . Первоначальный объем сосуда –  $V_1 = 8$  л. Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая его объем до  $V_2 = 1$  л. Нарисуйте графики зависимостей массы воды и массы пара от объема сосуда. Температура остается постоянной.

**Решение.**

Первоначальное давление пара:

$$p_1 = \frac{\varphi p_{нас}}{100\%} = 0,5 p_{нас} \quad (1)$$

При уменьшении объема давление пара увеличивается, он становится насыщенным. А пока он не стал насыщенным выполняется закон Бойля – Мариотта:

$$p_1 V_1 = p_{нас} V' \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует:

$$V' = 0,5 V_1 = 4 \text{ л.}$$

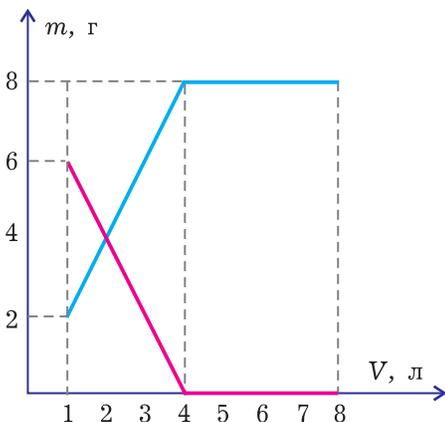


Рис. 5

При дальнейшем сжатии теперь уже насыщенного пара его давление остается постоянным, а масса уменьшается.

Запишем уравнение Менделеева – Клапейрона для насыщенного пара в начале конденсации

$$p_{нас} V' = \frac{m}{M} RT \quad (3)$$

и в состоянии, когда объем равен  $V_2$  :

$$p_{нас} V_2 = \frac{m - m_g}{M} RT. \quad (4)$$

Разделив (4) на (3) выражаем массу образовавшейся к концу процесса воды:

$$m_g = \frac{3}{4} m = 6 \text{ г.} \quad (5)$$

Масса пара в этот момент, очевидно, равна 2 г.

Зависимость массы воды от объема изображена на графике (рисунок 5) красной линией, а зависимость массы пара от объема – синяя линия.

**Задача 9. (ЕГЭ)**

В комнате объемом  $V = 60 \text{ м}^3$  относительная влажность равна  $\varphi_1 = 30\%$ , включили увлажнитель воздуха производительностью  $\alpha = 0,2 \text{ л/час}$ . Температура воздуха в комнате  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Сколько времени  $\tau$  должен работать увлажнитель, чтобы относительная влажность воздуха повысилась до  $\varphi_2 = 65\%$ . Давление насыщенного водяного пара при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  равно  $p_{нас} = 2,33 \text{ кПа}$ . Комнату считать герметичным сосудом.

**Решение.**

Увлажнители воздуха превращают воду в пар, не изменяя температуры. Количество пара в комнате увеличивается.

Уравнение Менделеева – Клапейрона для состояний водяного пара до и после работы увлажнителя:

$$\frac{\varphi_1 p_{нас} V}{100\%} = \frac{m_1}{M} RT, \quad (1)$$

$$\frac{\varphi_2 p_{\text{нас}} V}{100\%} = \frac{m_2}{M} RT. \quad (2)$$

Вычитаем эти уравнения и, учитывая, что  $m_2 - m_1 = \rho_6 \alpha \tau$ , где  $\tau$  — время работы увлажнителя.

Решая уравнения получаем:

$$\tau = \frac{p_{\text{нас}} VM (\varphi_2 - \varphi_1)}{RT \rho_6 \alpha \cdot 100\%}$$

Подставляя числовые значения получаем  $\tau = 1,8$  часа.

Ответ: 1,8 ч.

**Задача 10.** (МФТИ, 1999) После тёплого летнего дождя относительная влажность воздуха у поверхности земли достигла 100%. При этом плотность влажного воздуха (масса пара и воздуха в  $1 \text{ м}^3$ ) оказалась равной  $\rho = 1171 \text{ г/м}^3$ , его давление  $p = 100 \text{ кПа}$  и температура  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Найти по этим данным давление насыщенного водяного пара при температуре  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Молярная масса воздуха  $M_6 = 29 \text{ г/моль}$ .

**Решение.**

Обозначим давление и плотность сухого воздуха  $p_c$  и  $\rho_c$  соответ-

ственно, а  $p_{\text{нас}}$  и  $\rho_{\text{нас}}$  — давление и плотность насыщенного водяного пара. Так как влажность 100%, то пар в воздухе является насыщенным. По закону Дальтона:

$$p = p_c + p_{\text{нас}} \quad (1)$$

$$\rho = \rho_c + \rho_{\text{нас}} \quad (2)$$

Запишем уравнения состояния для сухого воздуха и пара:

$$p_c = \frac{\rho_c RT}{M_c} \quad (3)$$

$$p_{\text{нас}} = \frac{\rho_{\text{нас}} RT}{M_n} \quad (4)$$

Складывая эти уравнения получаем:

$$p_c + p_{\text{нас}} = \left( \frac{\rho_c}{M_c} + \frac{\rho_{\text{нас}}}{M_n} \right) RT$$

Или, с учетом (1) и (2)

$$p = \left( \frac{\rho - \rho_{\text{нас}}}{M_c} + \frac{\rho_{\text{нас}}}{M_n} \right) RT$$

Выражая  $\rho_{\text{нас}}$  и подставляя в (4) получаем:

$$p_{\text{нас}} = \frac{p M_6 - \rho RT}{M_6 - M_c} = 2,7 \text{ кПа.}$$

Ответ: 2,7 кПа.

### Литература

[1]. Физические величины. Справочник. Под редакцией И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. М., Энергоатомиздат, 1991.

**Физики шутят**

**Физики шутят**

**Физики шутят**

\*\*\*

Архимед, Паскаль и Ньютон играют в прятки. Архимед водит и начинает считать. Паскаль убегает за горизонт, а Ньютон оглядывается, берёт палку, рисует вокруг себя квадрат со стороной 1 метр и становится внутри квадрата. Архимед заканчивает считать, открывает глаза и видит Ньютона:

— Я вижу Ньютона!

— Э, нет! Ньютон на метр квадратный — это Паскаль!!