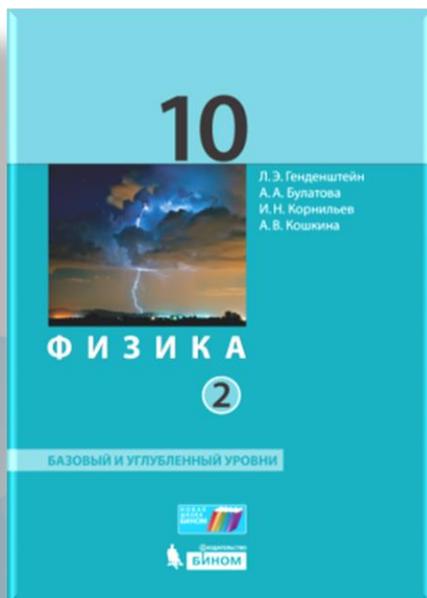
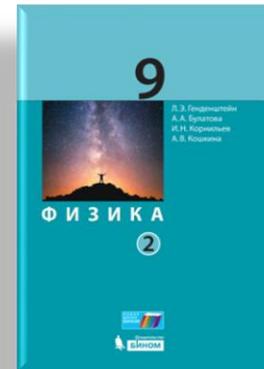
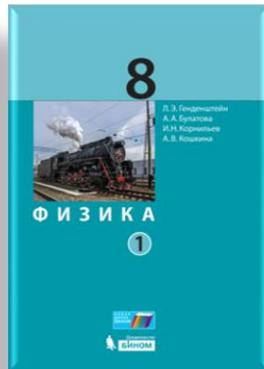
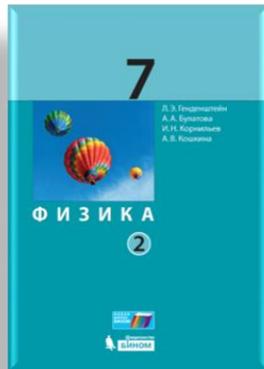


# «Насыщенный пар и влажность (10 класс)»

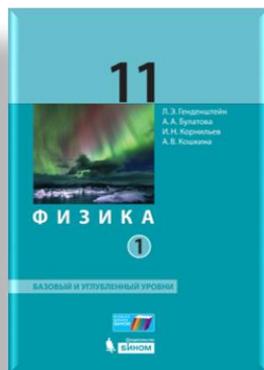


***Анжелика Васильевна Кошкина***  
соавтор УМК «Физика» редакции «БИНОМ.  
Лаборатория знаний»

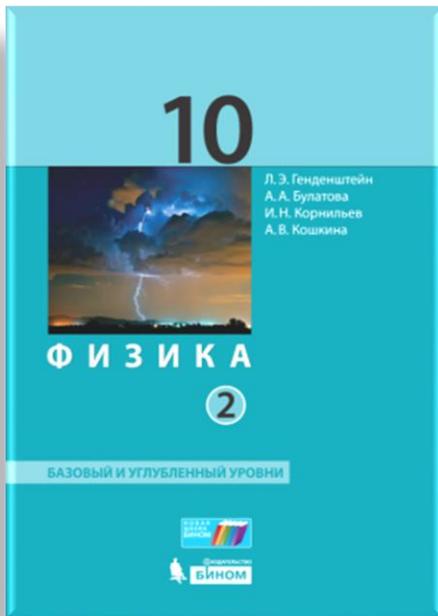




**УМК по физике авторского коллектива  
Л.Э. Генденштейна, А.А. Булатовой,  
И.Н.Корнильевой, А.В. Кошкиной  
под ред. В.А. Орлова**



# Примерное поурочное планирование



Тема	Базовый уровень	Углублённый уровень
Насыщенный пар	1	1
Влажность		1
Решение задач по теме «Насыщенный пар. Влажность»	0	1

## § 29. Насыщенный пар. Влажность

# Насыщенный пар



Почему уровень воды, налитой в открытую банку, постепенно понижается, а уровень воды в плотно закрытой банке остаётся *неизменным*?



# Насыщенный пар

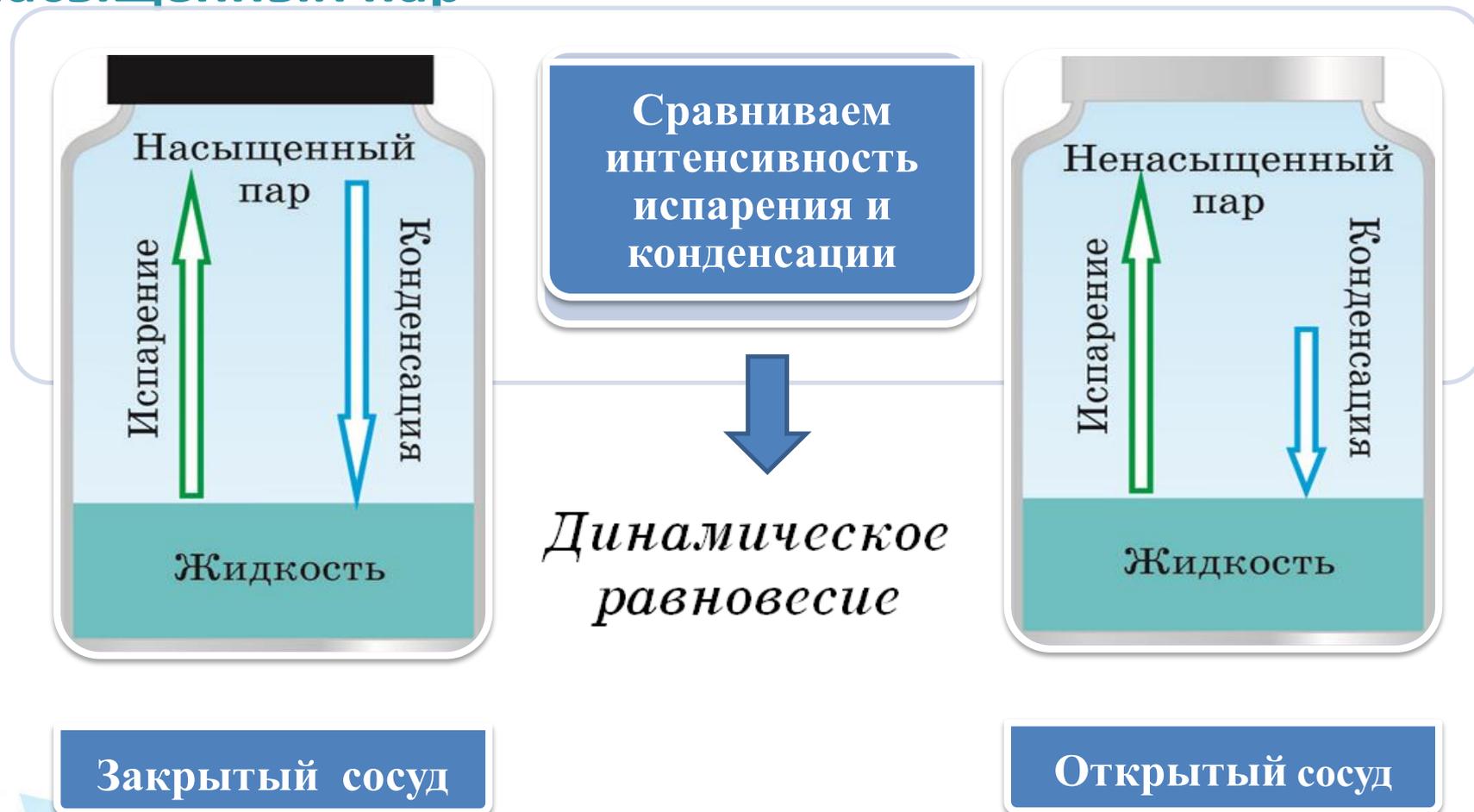


Почему уровень воды, налитой в открытую банку, постепенно понижается, а уровень воды в плотно закрытой банке остаётся *неизменным*?

Чем отличается пар в закрытой и открытой банках?



# Насыщенный пар

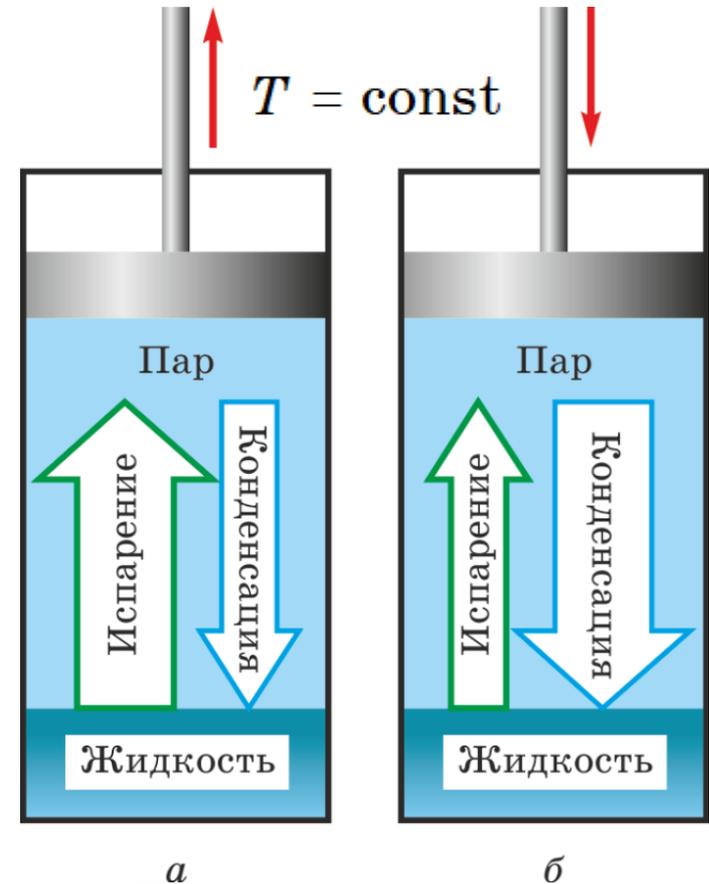


Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называют *насыщенным*.

# Расширение и сжатие насыщенного водяного пара

Например, при *сжатии* насыщенного пара конденсация начинает преобладать над испарением, поэтому масса насыщенного пара *уменьшается* так, что его давление остаётся неизменным.

При *расширении* же насыщенного пара испарение начинает преобладать над конденсацией, поэтому масса насыщенного пара *увеличивается*, — и снова так, что его давление остаётся неизменным. Это возможно, конечно, только при условии, что пар находится над «своей» жидкостью.

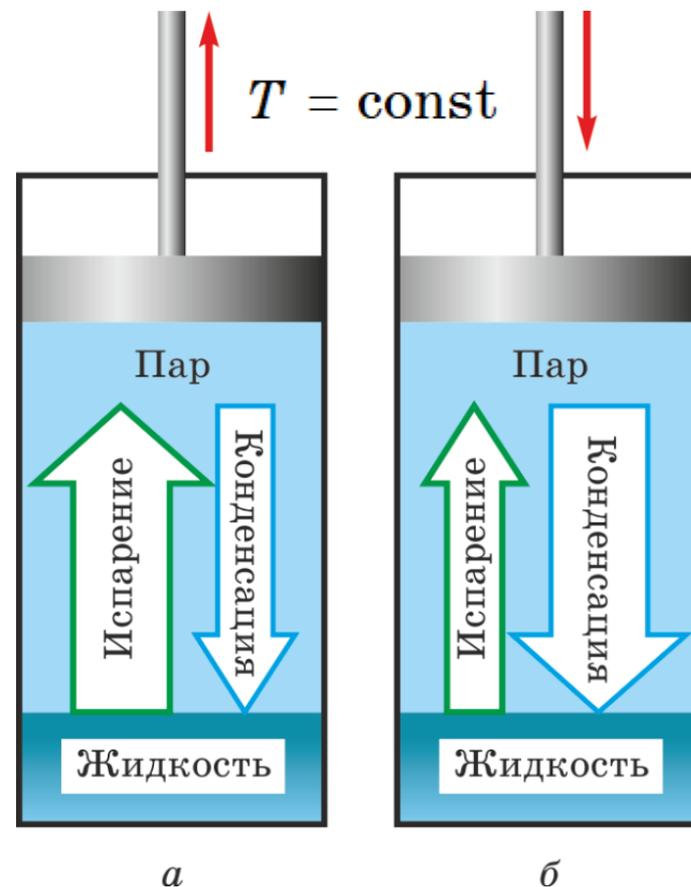


# Зависимость давления насыщенного пара от температуры

## Выводы

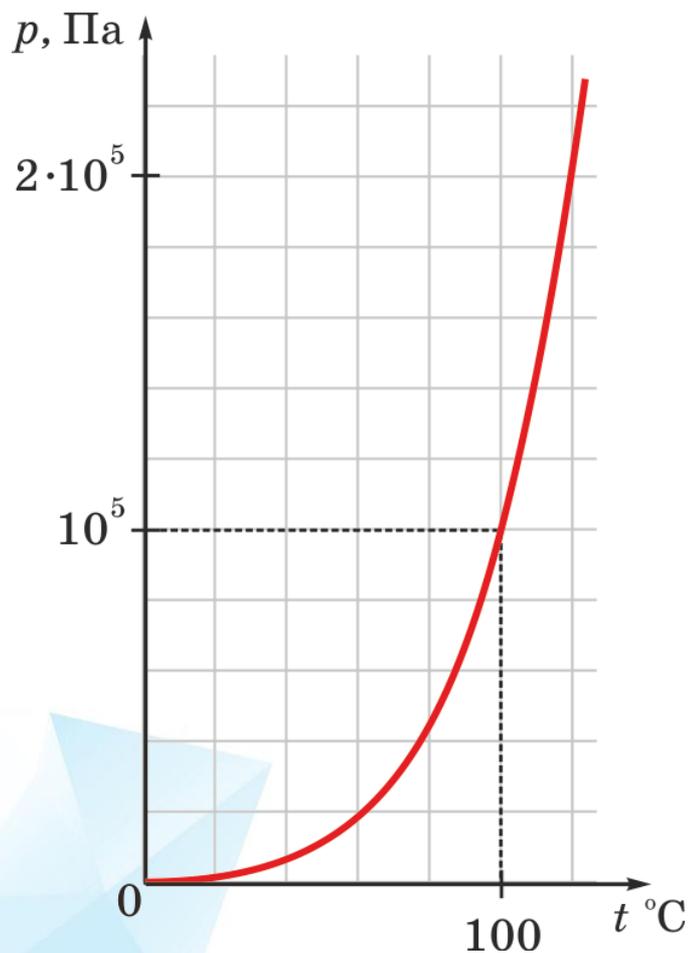
При расширении или сжатии насыщенного пара его масса изменяется *за счет изменения массы* содержащейся в этом же сосуде жидкости

Давление насыщенного пара не зависит от объёма, а зависит *только от температуры*



# Зависимость давления насыщенного пара от температуры

Давление насыщенного пара очень быстро увеличивается с ростом температуры.

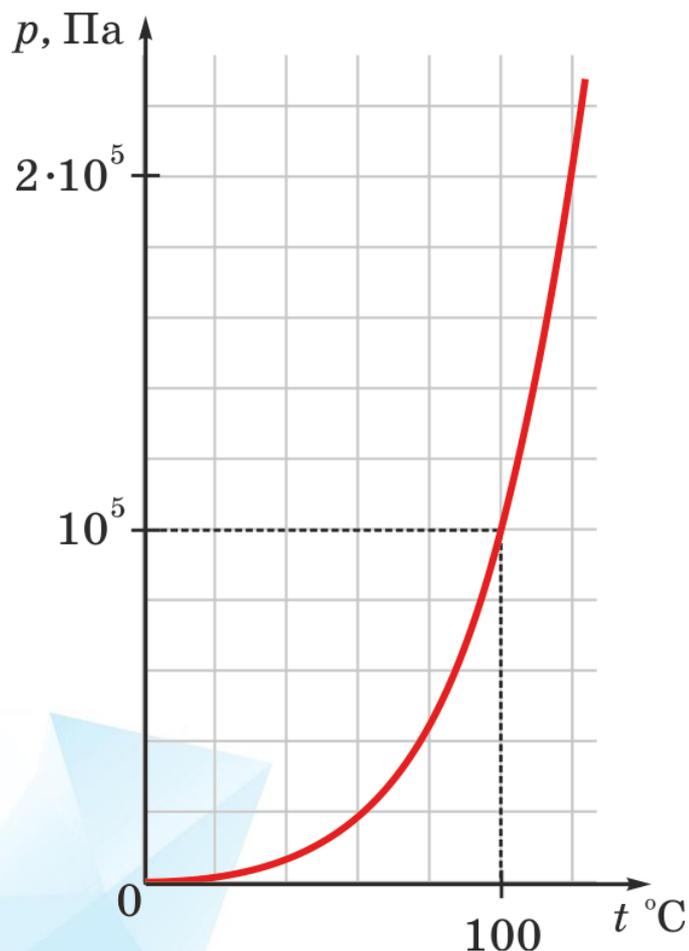


Почему



# Зависимость давления насыщенного пара от температуры

Давление насыщенного пара очень быстро увеличивается с ростом температуры.



## Почему



Гипотеза: главная причина увеличения давления насыщенного пара с ростом температуры – увеличение массы пара

# Зависимость давления насыщенного пара от температуры

Какие уравнения можно применять?

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

Справедливо только для  
*постоянной* массы газа

Применять нельзя

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$



Применять можно

# Зависимость давления насыщенного пара от температуры

Гипотеза: главная причина увеличения давления насыщенного пара с ростом температуры – увеличение массы пара

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	0	20	40	60	80	100	120
$p_{\text{н}}, \text{ кПа}$	0,61	2,34	7,4	20	47	100	200

В герметически закрытом сосуде объемом 10 л находятся вода и насыщенный пар. Температуру содержимого сосуда повышают от 0 °С до 100 °С. Считайте, что объемом воды по сравнению с объемом пара можно пренебречь.

Во сколько раз увеличилась абсолютная температура?

(В 1,37 раза.)

Во сколько раз увеличилась бы масса пара, если бы он остался насыщенным?

(В 120 раз)

Во сколько раз увеличилось бы давление пара, если бы он остался насыщенным?

(В 164 раза)

# Зависимость давления насыщенного пара от температуры

При *расширении* же насыщенного пара испарение начинает преобладать над конденсацией, поэтому масса насыщенного пара *увеличивается*, — и снова так, что его давление остаётся неизменным. Это возможно, конечно, только при условии, что пар находится над «своей» жидкостью, которая может испаряться.

На рисунке 29.2 приведён график зависимости давления насыщенного водяного пара от температуры. Мы видим, что *давление насыщенного пара очень быстро увеличивается с ростом температуры*.

Это увеличение давления обусловлено в основном *увеличением концентрации молекул насыщенного пара*: дело в том, что чем выше температура, тем интенсивнее происходит испарение.

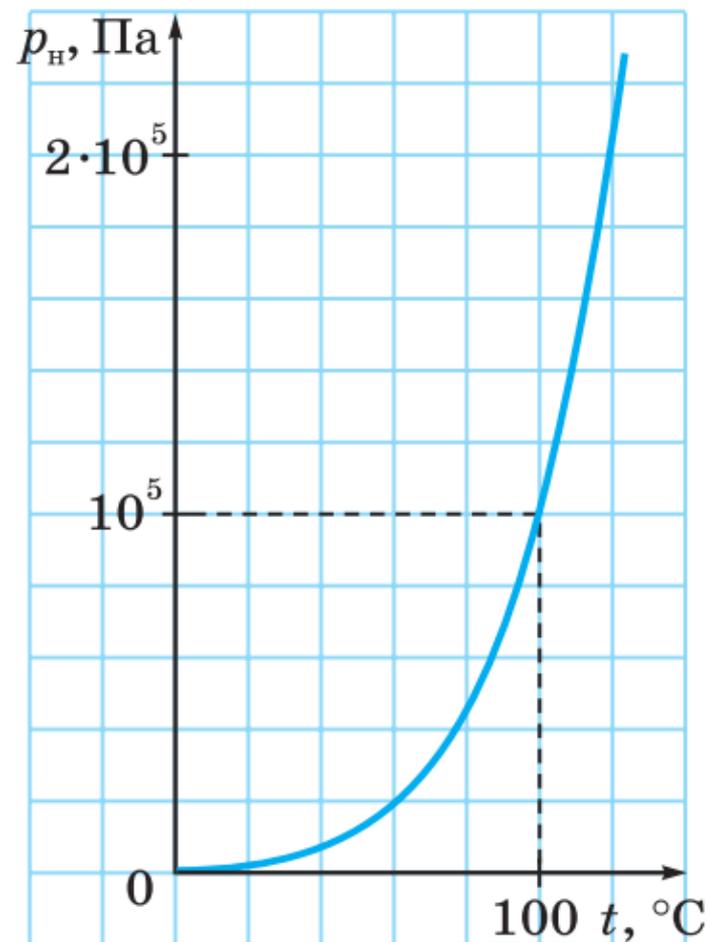


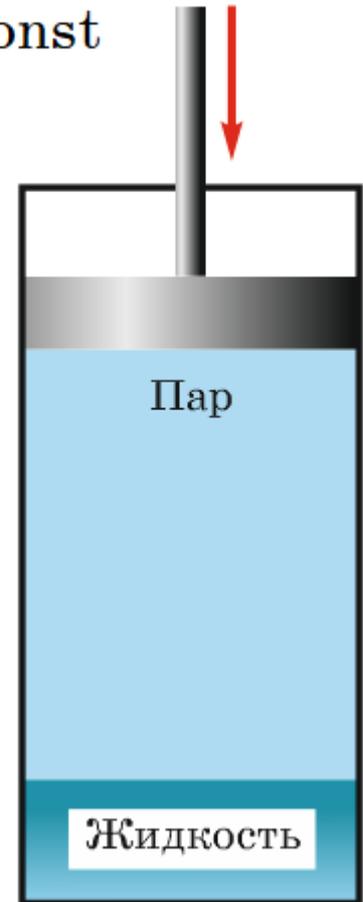
Рис. 29.2

# Что будет происходить?

Поршень медленнодвигаем в сосуд

$$T = \text{const}$$

Пар конденсируется.  
Давление пара не изменяется.  
Масса жидкости увеличивается.

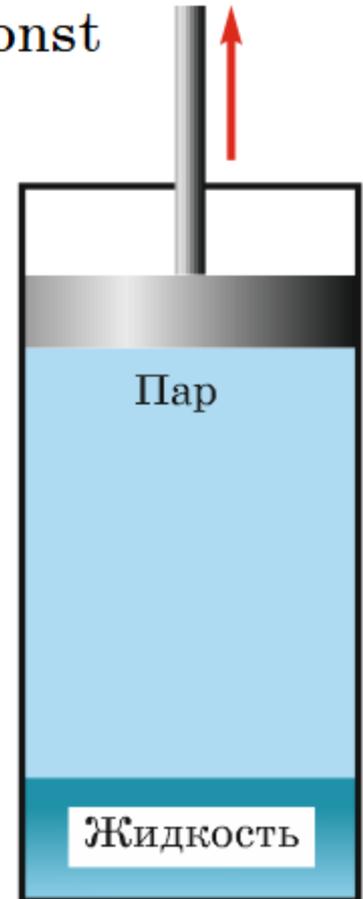


# Что будет происходить?

$$T = \text{const}$$

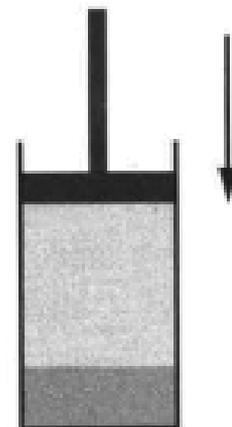
Поршень медленно выдвигаем из сосуда

Масса жидкости уменьшается.  
до тех пор, пока вся жидкость не  
испарится. После этого он  
превращается в идеальный газ.



## Задания ЕГЭ

- 11 В цилиндре под поршнем находятся жидкость и её насыщенный пар (см. рисунок). Как будут изменяться давление пара и масса жидкости при медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре, пока поршень не коснётся поверхности жидкости?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличиваться
- 2) уменьшаться
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

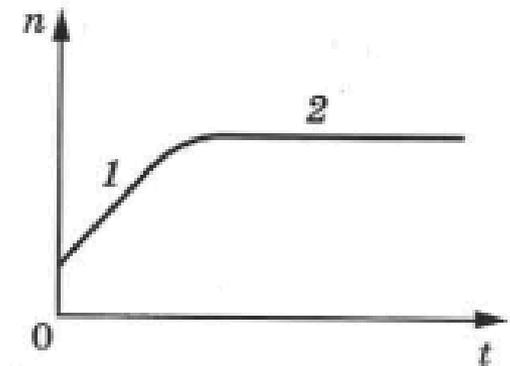
Давление пара	Масса жидкости

При  $\downarrow V$  пар остаётся насыщенным,  $p = const$

Часть пара конденсируется  $\Rightarrow m_{\text{жидкости}} \uparrow$

## Задания ЕГЭ

В стеклянную колбу налили немного воды и закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем  $t$  концентрации  $n$  молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.



- 1) на участке 1 плотность водяных паров увеличивалась
- 2) на участке 2 давление водяных паров не менялось
- 3) на обоих участках водяной пар ненасыщенный
- 4) на участке 1 давление водяных паров уменьшалось
- 5) на участке 2 плотность водяных паров уменьшалась

$$p = nkT$$

На участке 2 :

$$n = const$$

$$T = const$$

$\Rightarrow p = const$ , пар насыщенный

$$n = \frac{N}{V} = \frac{N\rho}{m} = \frac{N\rho N_A}{NM} = \frac{\rho N_A}{M}$$

На участке 2:  $n = const \Rightarrow \rho = const$

# Задания учебника

## Высокий уровень

27. В закрытом сосуде объёмом  $0,01 \text{ м}^3$  находится сухой воздух при температуре  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $100 \text{ кПа}$ . Чему станет равно давление в сосуде, если в него налить  $10 \text{ г}$  воды, а сосуд нагреть до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
28. В цилиндрическом сосуде под поршнем содержится воздух, относительная влажность которого равна  $60 \%$ . Температуру содержимого сосуда повышают до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , а объём сосуда уменьшают в  $4$  раза. Чему станет равна относительная влажность воздуха в сосуде, если его начальная температура была равна:
- $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
  - $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
29. В сосуде под поршнем содержится водяной пар. Поршень медленно вдвигают в сосуд, при этом температура содержимого сосуда остаётся постоянной. По графику зависимости давления пара от его объёма (рис. 29.5) определите:
- температуру пара;
  - массу пара в начальном состоянии;
  - массу воды в конечном состоянии.

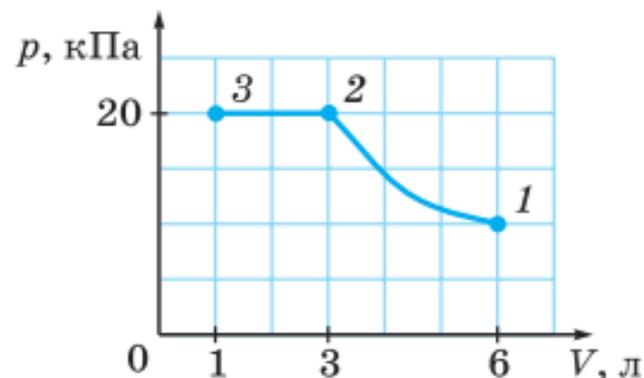


Рис. 29.5

Примите, что объёмом воды можно пренебречь.

# Методическое пособие



<https://lbz.ru/books/761/>

28. а) Используя данные из условия и табличные значения давления насыщенного водяного пара, находим парциальное давление водяного пара в начальном состоянии. Давление водяного пара при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  и объеме, уменьшенном в 4 раза, можно найти с помощью уравнения Менделеева — Клапейрона. Сравнивая найденное значение давления водяного пара с давлением насыщенного водяного пара при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , находим, чему станет равна влажность воздуха.

б) Используя те же соображения, что и в пункте а), обнаружим, что если бы не началась конденсация пара, то давление водяного пара стало бы больше давления насыщенного водяного пара при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что невозможно. Следовательно, в данном случае конденсация пара начнется, то есть водяной пар станет насыщенным.

29. а) По графику зависимости давления пара от объема видно, что давление водяного пара перестало зависеть от объема, когда оно стало равным  $20\text{ кПа}$ . Давление водяного пара не зависит от объема, если пар является насыщенным. Следовательно, в данном случае давление насыщенного водяного пара равно  $20\text{ кПа}$ . Используя табличные значения давления насыщенного водяного пара, находим температуру пара.

б) Для определения массы пара в начальном состоянии можно использовать уравнение Менделеева — Клапейрона, беря значения давления и объема пара в состояниях 1 или 2 и уже известную температуру пара в этих состояниях (она по условию одинакова).

в) При переходе из состояния 2 в состояние 3 объем водяного пара уменьшился в 3 раза. Поскольку пар при этом оставался насыщенным, масса пара уменьшилась тоже в 3 раза. Это позволяет найти массу воды в конечном состоянии.

## Ключевая ситуация

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

# МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЮЧЕВОЙ СИТУАЦИИ

1. Какие закономерности справедливы для данной ситуации?
2. Как записать их в виде уравнений (или неравенств)?
3. Какие задачи можно поставить, используя эти уравнения (неравенства)?
4. Может ли произойти в данной ситуации качественное изменение (отрыв тела от поверхности, остановка, разрыв троса, заклинивание, конденсация пара и т.п.)?
5. Как можно видоизменить данную ситуацию, расширив область исследования?

# Ищем скрытую в условии информацию

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

**Какая информация скрыта в следующих фразах:**

**Длительное время  
находятся вода и  
водяной пар**

# Ищем скрытую в условии информацию

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

**Какая информация скрыта в следующих фразах:**

**Длительное время  
находятся вода и  
водяной пар**

**Масса воды в два  
раза больше  
массы пара**

# Ищем скрытую в условии информацию

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

## Какая информация скрыта в следующих фразах:

Длительное время  
находятся вода и  
водяной пар

Масса воды в два  
раза больше  
массы пара

Температура  
остается все время  
равной 20 °С

# Ищем скрытую в условии информацию

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

## Какая информация скрыта в следующих фразах:

Длительное время  
находятся вода и  
водяной пар

- Пар насыщенный

Масса воды в два  
раза больше  
массы пара

- Масса пара может увеличиться в три раза

Температура  
остается все время  
равной 20 °С

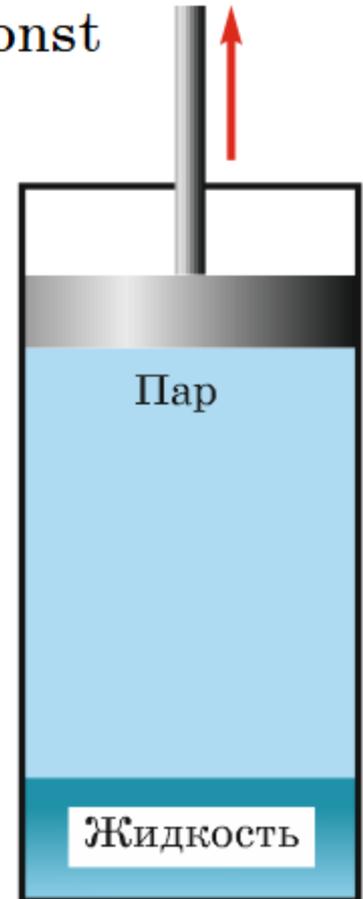
- Давление насыщенного пара постоянно и равно 2,34 кПа

# Выстраиваем модель

$$T = \text{const}$$

Поршень медленно выдвигаем из сосуда

Масса жидкости уменьшается.  
до тех пор, пока вся жидкость не  
испарится. После этого он  
превращается в идеальный газ.



Качественное изменение !

# Ищем скрытую в условии информацию

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

**Какие уравнения можно применять?**

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

Идеальный газ

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

Насыщенный пар

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

а) Какой пар находится под поршнем вначале?

Ответы: а) Насыщенный;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- а) Какой пар находится под поршнем вначале?
- б) Объясните, почему давление в сосуде не будет изменяться до тех пор, пока объем под поршнем не станет равным 3 л.

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- а) Какой пар находится под поршнем вначале?
- б) Объясните, почему давление в сосуде не будет изменяться до тех пор, пока объем под поршнем не станет равным 3 л.

Ответы: а) Насыщенный; б) Потому что пар будет оставаться насыщенным;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- а) Какой пар находится под поршнем вначале?
- б) Объясните, почему давление в сосуде не будет изменяться до тех пор, пока объем под поршнем не станет равным 3 л.
- в) Чему равно давление в сосуде, когда объем под поршнем равен 3 л?

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	0	20	40	60	80	100	120
$p_{\text{н}}, \text{ кПа}$	0,61	2,34	7,4	20	47	100	200

Ответы: а) Насыщенный; б) Потому что пар будет оставаться насыщенным;

в) 2,34 кПа;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- а) Какой пар находится под поршнем вначале?
- б) Объясните, почему давление в сосуде не будет изменяться до тех пор, пока объем под поршнем не станет равным 3 л.
- в) Чему равно давление в сосуде, когда объем под поршнем равен 3 л?
- г) Чему равна масса пара в сосуде, когда объем под поршнем равен 3 л?

Ответы: а) Насыщенный; б) Потому что пар будет оставаться насыщенным;

в) 2,34 кПа;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- а) Какой пар находится под поршнем вначале?
- б) Объясните, почему давление в сосуде не будет изменяться до тех пор, пока объем под поршнем не станет равным 3 л.
- в) Чему равно давление в сосуде, когда объем под поршнем равен 3 л?
- г) Чему равна масса пара в сосуде, когда объем под поршнем равен 3 л?

Ответы: а) Насыщенный; б) Потому что пар будет оставаться насыщенным;

в) 2,34 кПа; г) 0,052 г. Подсказка. При этом весь объем сосуда заполнен насыщенным паром.

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

д) Во сколько раз увеличилась масса пара, когда объем под поршнем увеличился от 1 л до 3 л?

Ответы: д) В 3 раза;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- д) Во сколько раз увеличилась масса пара, когда объем под поршнем увеличился от 1 л до 3 л?
- е) Чему равна масса воды в начальном состоянии?

Ответы: д) В 3 раза; е) 0,0346 г. Подсказка. Воспользуйтесь тем, что в начальном состоянии масса воды в 2 раза больше массы пара;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- д) Во сколько раз увеличилась масса пара, когда объем под поршнем увеличился от 1 л до 3 л?
- е) Чему равна масса воды в начальном состоянии?
- ж) Как будет изменяться давление в сосуде, когда объем под поршнем будет изменяться от 3 л до 6 л?

Ответы: д) В 3 раза; е) 0,0346 г. Подсказка. Воспользуйтесь тем, что в начальном состоянии масса воды в 2 раза больше массы пара;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- д) Во сколько раз увеличилась масса пара, когда объем под поршнем увеличился от 1 л до 3 л?
- е) Чему равна масса воды в начальном состоянии?
- ж) Как будет изменяться давление в сосуде, когда объем под поршнем будет изменяться от 3 л до 6 л?

Ответы: д) В 3 раза; е) 0,0346 г. Подсказка. Воспользуйтесь тем, что в начальном состоянии масса воды в 2 раза больше массы пара; ж) Обрато пропорционально объему. Подсказка. Для ненасыщенного пара справедливо уравнение состояния идеального газа с постоянной массой.

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

з) Чему равно давление в сосуде, когда объем под поршнем равен 6 л?

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

з) Чему равно давление в сосуде, когда объем под поршнем равен 6 л?

Ответы: з) 1,17 кПа;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

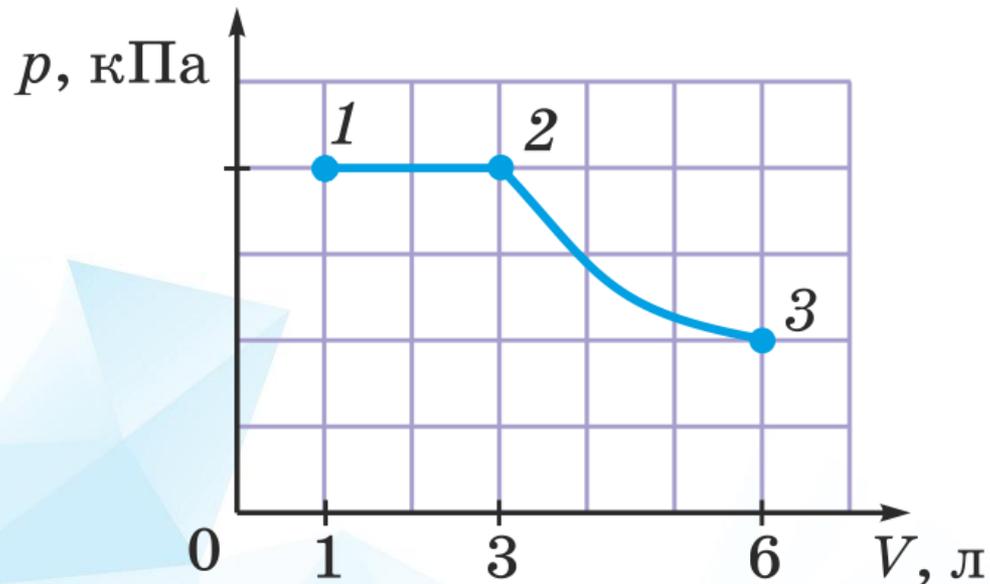
- з) Чему равно давление в сосуде, когда объем под поршнем равен 6 л?
- т) Начертите примерный график зависимости давления пара под поршнем от объема.

Ответы: з) 1,17 кПа;

## Ключевая ситуация. Какие вопросы можно поставить?

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и водяной пар. Масса воды в два раза больше массы пара. Медленно перемещая поршень, объем под поршнем увеличивают от 1 л до 6 л. Температура содержимого сосуда остается все время равной 20 °С. Считайте, что объемом воды можно пренебречь по сравнению с объемом пара.

- з) Чему равно давление в сосуде, когда объем под поршнем равен 6 л?
- т) Начертите примерный график зависимости давления пара под поршнем от объема.



# Кипение

## Поставим опыт

Поставим на огонь прозрачный сосуд с водой. Через некоторое время в сосуде начнут выделяться пузырьки воздуха (в воде всегда растворён воздух — им, например, дышат рыбы). Внутри этих пузырьков кроме воздуха находится также *насыщенный* водяной пар. Но эти пузырьки не будут расти, пока давление насыщенного пара меньше давления в жидкости, которое равно атмосферному давлению (если глубина сосуда не очень велика).

Однако с ростом температуры давление насыщенного пара в пузырьках увеличивается. И когда давление насыщенного водяного пара станет равным атмосферному, пузырьки начнут быстро расти, подниматься под действием силы Архимеда и лопаться на поверхности жидкости (рис. 29.3). Это — *кипение*.



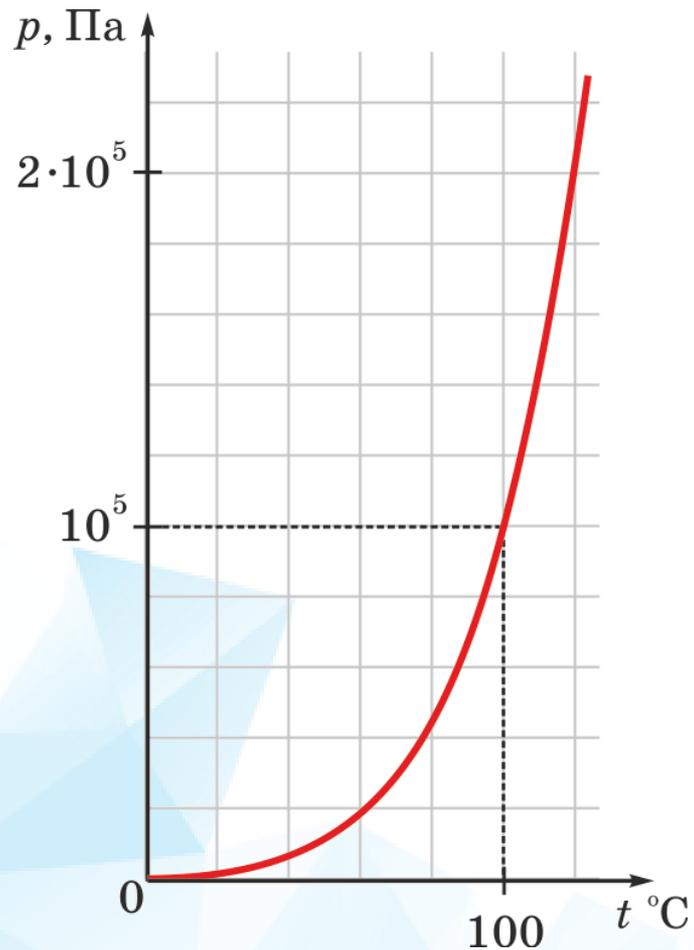
Рис. 29.3



# Кипение

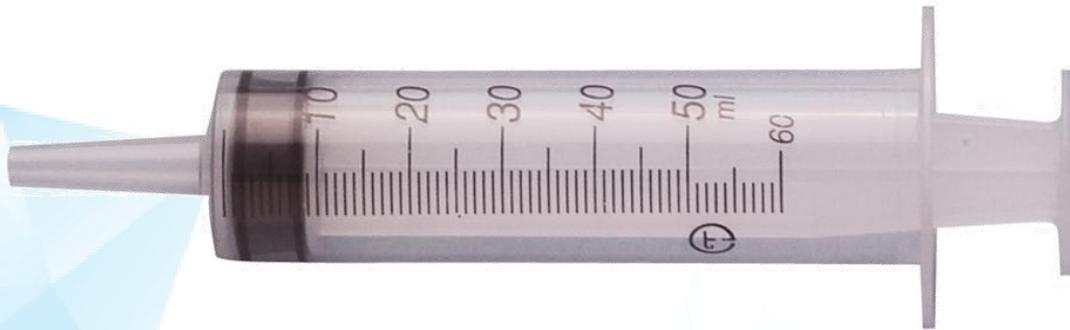
кипение жидкости происходит при температуре, при которой давление  $p_{\text{н}}$  насыщенного пара равно внешнему давлению  $p_{\text{внеш}}$ :

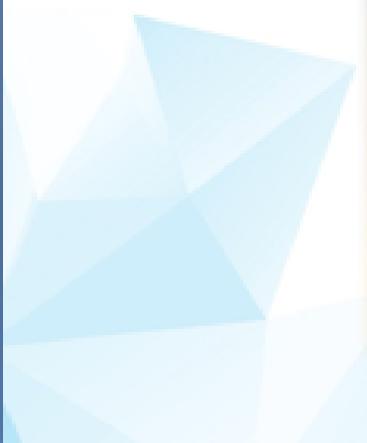
$$p_{\text{н}} = p_{\text{внеш}}$$



# Кипение воды при пониженном давлении

1. Наберите в шприц воду температурой  $40^{\circ}\text{C}$ .
2. Закройте пальцем отверстие для иглы.
3. Резко дёрните за поршень.
4. Опишите что вы наблюдаете.



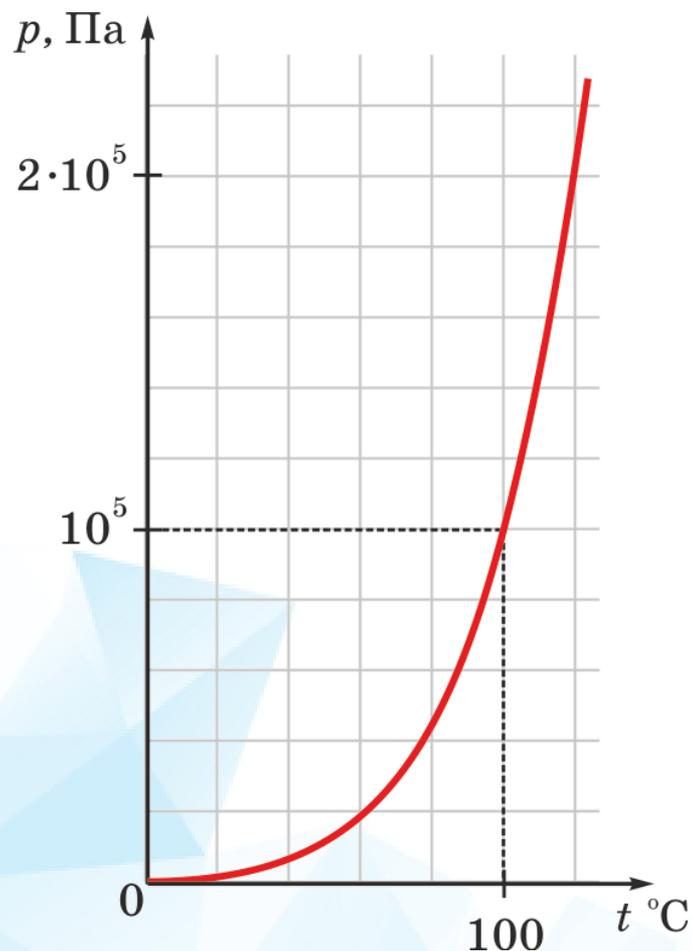




# Кипение

кипение жидкости происходит при температуре, при которой давление  $p_{\text{н}}$  насыщенного пара равно внешнему давлению  $p_{\text{внеш}}$ :

$$p_{\text{н}} = p_{\text{внеш}}$$



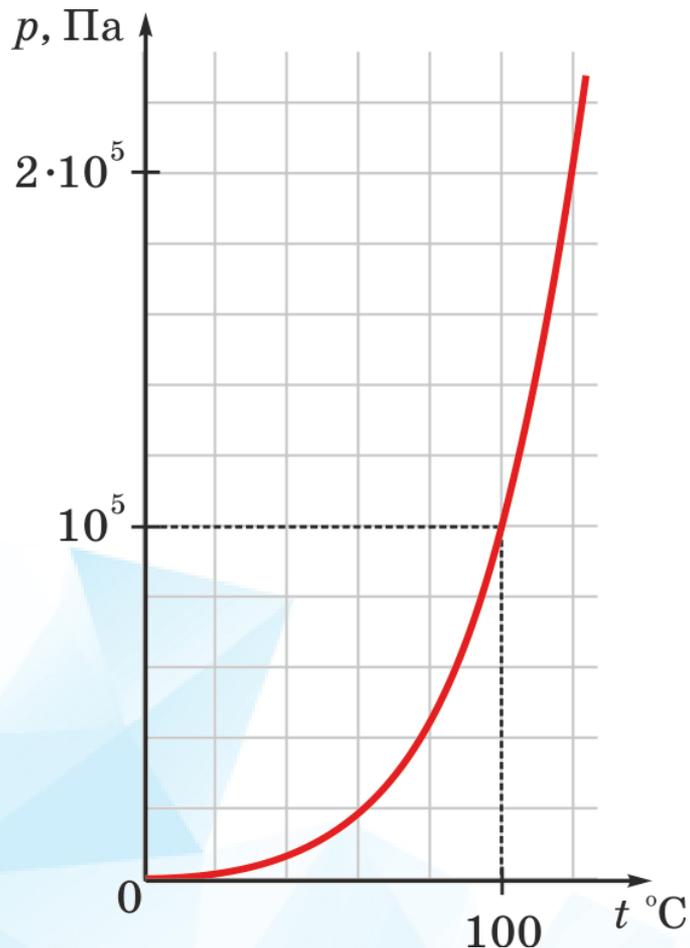
На какую высоту можно было бы поднять поршнем кипящую воду, если бы она при этом не остывала?



# Кипение

кипение жидкости происходит при температуре, при которой давление  $p_{\text{н}}$  насыщенного пара равно внешнему давлению  $p_{\text{внеш}}$ :

$$p_{\text{н}} = p_{\text{внеш}}$$



На какую высоту можно было бы поднять поршнем кипящую воду, если бы она при этом не остывала?

Ответ: Кипящую воду поршнем поднять нельзя вообще.

Подъем воды поршневым насосом возможен благодаря тому, что под поршнем возникает пониженное давление (меньшее атмосферного). А над кипящей водой находится насыщенный пар как раз при атмосферном давлении.



# Относительная влажность

$t, ^\circ\text{C}$	10	20	30	40	50	60	80	100	
$p_{\text{H}_2\text{O}}, \text{кПа}$	0,61	1,23	2,34	4,24	7,4	12,3	20	47	100

Мы чувствуем себя комфортно, когда давление водяного пара при комнатной температуре ( $20\text{ }^\circ\text{C}$ ) составляет около  $1,2\text{ кПа}$ .

Какую часть составляет указанное давление от давления насыщенного пара при той же температуре? Выразите ее в процентах.

Ответ:  $52\%$ .

# Относительная влажность

$t, ^\circ\text{C}$	10	20	30	40	50	60	80	100	
$p_{\text{H}}, \text{кПа}$	0,61	1,23	2,34	4,24	7,4	12,3	20	47	100

Мы чувствуем себя комфортно, когда давление водяного пара при комнатной температуре ( $20\text{ }^\circ\text{C}$ ) составляет около  $1,2\text{ кПа}$ .

Какую часть составляет указанное давление от давления насыщенного пара при той же температуре? Выразите ее в процентах.

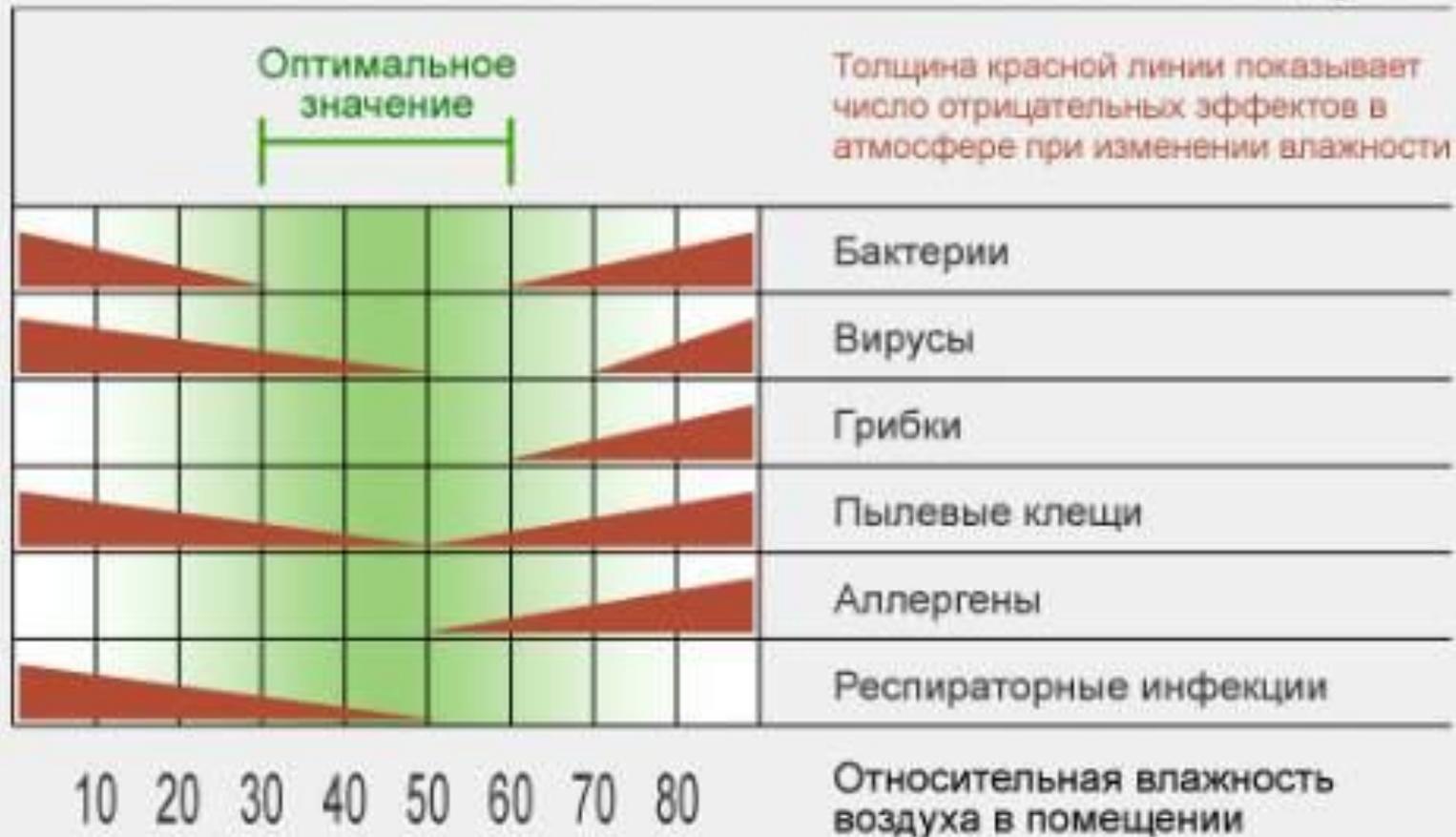


**Вводим понятие относительной  
влажности воздуха**

## В доме очень много источников влаги:

душ, ванна, стирка белья, его сушка в квартире, аквариумы, растения, внешняя среда, дыхание людей и т.д.

### Влияние влажности на качество воздуха



# ВОЗДЕЙСТВИЕ НИЗКОЙ И ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

## ПОНИЖЕННАЯ ВЛАЖНОСТЬ



Сухая кожа



Снижение иммунитета



Повышение активности вирусов

## ПОВЫШЕННАЯ ВЛАЖНОСТЬ



Риск респираторными заболеваниями



Размножение патогенных микроорганизмов

## Проветривание

В *сырой* осенний день температура на улице  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В комнате температура  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После приготовления обеда относительная влажность на кухне повысилась до  $70\%$ . Снизится ли влажность если открыть форточку?

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	80	100
$p_{\text{H}}, \text{ кПа}$	0,61	1,23	2,34	4,24	7,4	12,3	20	47	100

Подсказка: 1) Где больше парциальное давление водяного пара: в комнате или на улице?  
2) В какую сторону будет идти водяной пар, если открыть форточку — в комнату или из комнаты?



## Проветривание

В *сырой* осенний день температура на улице  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В комнате температура  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После приготовления обеда относительная влажность на кухне повысилась до  $70\%$ . Снизится ли влажность если открыть форточку?

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	80	100
$p_{\text{H}}, \text{ кПа}$	0,61	1,23	2,34	4,24	7,4	12,3	20	47	100

Подсказка: 1) Где больше парциальное давление водяного пара: в комнате или на улице?  
2) В какую сторону будет идти водяной пар, если открыть форточку — в комнату или из комнаты?



**Задание по формированию  
естественнонаучной грамотности**

В *сырой* осенний день температура на улице  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В комнате температура  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После приготовления обеда относительная влажность на кухне повысилась до  $70\%$ . Снизится ли влажность в комнате если открыть форточку?

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	80	100
$p_{\text{H}}, \text{ кПа}$	0,61	1,23	2,34	4,24	7,4	12,3	20	47	100

Подсказка: 1) Где больше парциальное давление водяного пара: в кухне или на улице?  
 2) В какую сторону будет идти водяной пар, если открыть форточку — в кухню или из кухни?

Компетенция	Научное объяснение явлений
Тип знания	Знание содержания
Контекст	Личностный/Здоровье
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Относительная влажность воздуха

## Оценка выполненного задания

**Ответ принимается полностью – 2 балла**

**Ученик дал ответ: «Парциальное давление водяных паров в кухне больше чем на улице. Водяной пар, как и любой газ, перемещается в сторону меньшего парциального давления, т.е он будет выходить из помещения на улицу, и относительная влажность воздуха в кухне снизится»**

**Ответ принимается частично – 1 балл**

**Дан верный ответ, но ответ не обоснован**

**Ответ не принимается – 0 баллов**

**Ответ неверный**

После приготовления обеда относительная влажность на кухне повысилась до 70 %. Температура воздуха в помещении 20<sup>0</sup>С. Температура воздуха на улице 30<sup>0</sup>С, относительная влажность воздуха 60%. Снизится ли влажность на кухне если открыть форточку?

<b>t, °C</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
<b>p<sub>н</sub>, кПа</b>	<b>0,61</b>	<b>1,23</b>	<b>2,34</b>	<b>4,24</b>	<b>7,4</b>	<b>12,3</b>	<b>20</b>	<b>47</b>	<b>100</b>

Подсказка: 1) Где больше парциальное давление водяного пара: в комнате или на улице?  
2) В какую сторону будет идти водяной пар, если открыть форточку — в комнату или из комнаты?



Пересушенный воздух жилых помещений, негативно влияет на самочувствие человека, и окружающие его живые организмы. Самый серьёзный враг влажностному режиму – отопительная система дома. Она может зимой снизить этот параметр до 20%, что уже считается критическим значением. Многие стараются решить эту проблему проветриванием. Правильно ли это?

Самостоятельно подберите необходимые Вам значения температуры и влажности.

$t, ^\circ\text{C}$	-20	10	20	30	40	50	60	80	100
$p_{\text{н}}, \text{кПа}$	0,1	1,23	2,34	4,24	7,4	12,3	20	47	100

Подсказка: 1) Где больше парциальное давление водяного пара: в комнате или на улице?  
2) В какую сторону будет идти водяной пар, если открыть форточку — в комнату или из комнаты?

Самоделкин сконструировал две одинаковые установки, «высасывающие» всю воду из воздуха. Каждая установка обрабатывала в минуту  $100 \text{ м}^3$  воздуха. Одну установку Самоделкин отправил в пустыню, другую - полярникам. В пустыне установку запустили при температуре  $40^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $5\%$ . На льдине установку запустили при температуре  $-10^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $60\%$ . Где быстрее получают  $1 \text{ кг}$  воды?



Самоделкин сконструировал две одинаковые установки, «высасывающие» всю воду из воздуха. Каждая установка обрабатывала в минуту  $100 \text{ м}^3$  воздуха. Одну установку Самоделкин отправил в пустыню, другую - полярникам. В пустыне установку запустили при температуре  $40^\circ\text{C}$  и относительной влажности 5%. На льдине установку запустили при температуре  $-10^\circ\text{C}$  и относительной влажности 60%. Где быстрее получают 1 кг воды?



Ответ: в пустыне в два раза быстрее.

Как это работает?



**«Пьющий утёнок»  
или  
«Птичка Хоттабыча»**



**Тепловой фонтан  
«Осса»**

# Как это работает?



Компетенция	Научное объяснение явлений
Тип знания	Знание содержания
Контекст	Личностный/связь науки и технологий
Когнитивный уровень	Средний
Тип вопроса	Открытый
Дидактическая единица	Насыщенный пар

## Точка росы

Температуру, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным, называют *точкой росы*.

Когда Саша зашёл в дом, его очки запотели. Посмотрев на термометр и психрометр, Саша установил: температура равна 20 °С, относительная влажность 60 %. Примите, что сразу после входа в дом температура стёкол очков равна температуре наружного воздуха.

**Какую информацию можно извлечь  
из описания ситуации и  
какие вопросы можно поставить?**

# Точка росы

Температуру, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным, называют *точкой росы*.

Когда Саша зашёл в дом, его очки запотели. Посмотрев на термометр и психрометр, Саша установил: температура равна  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $60\%$ . Примите, что сразу после входа в дом температура стёкол очков равна температуре наружного воздуха.



Рассчитать  
парциальное  
давление  
водяных  
паров в  
комнате



Водяные  
пары около  
поверхности  
линзы стали  
насыщенны  
ми и  
сконденсиро  
вались



Точка росы



Можно  
определить  
температуру  
линзы

## Точка росы

Температуру, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным, называют *точкой росы*.

Когда Саша зашёл в дом, его очки запотели. Посмотрев на термометр и психрометр, Саша установил: температура равна  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $60\%$ . Примите, что сразу после входа в дом температура стёкол очков равна температуре наружного воздуха.

а) Почему стёкла очков дома запотели?

а) Прилегающий к холодным стёклам очков слой воздуха охладился, вследствие чего водяной пар в нём стал сначала насыщенным, а затем началась конденсация пара.

## Точка росы

Температуру, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным, называют *точкой росы*.

Когда Саша зашёл в дом, его очки запотели. Посмотрев на термометр и психрометр, Саша установил: температура равна 20 °С, относительная влажность 60 %. Примите, что сразу после входа в дом температура стёкол очков равна температуре наружного воздуха.

- Почему стёкла очков дома запотели?
- Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?

а) Прилегающий к холодным стёклам очков слой воздуха охладился, вследствие чего водяной пар в нём стал сначала насыщенным, а затем началась конденсация пара.

б)  $\varphi_1 = \frac{p_{п1}}{p_H} \Rightarrow p_{п1} = \varphi_1 p_H = 0,6 \cdot 2,34 = 1,4 \text{ кПа}$

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	8	9	10	11	12	13	14	15	20
$p_H, \text{ кПа}$	1,07	1,15	1,23	1,31	1,40	1,50	1,60	1,70	2,34

## Точка росы

Температуру, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным, называют *точкой росы*.

Когда Саша зашёл в дом, его очки запотели. Посмотрев на термометр и психрометр, Саша установил: температура равна  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $60\%$ . Примите, что сразу после входа в дом температура стёкол очков равна температуре наружного воздуха.

- Почему стёкла очков дома запотели?
- Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?
- При какой температуре содержащийся в воздухе комнаты водяной пар стал бы насыщенным?

а) Прилегающий к холодным стёклам очков слой воздуха охладился, вследствие чего водяной пар в нём стал сначала насыщенным, а затем началась конденсация пара.

б)  $\varphi_1 = \frac{p_{п1}}{p_{п}} \Rightarrow p_{п1} = \varphi_1 p_{п} = 0,6 \cdot 2,34 = 1,4\text{ кПа}$

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	8	9	10	11	12	13	14	15	20
$p_{п}, \text{ кПа}$	1,07	1,15	1,23	1,31	1,40	1,50	1,60	1,70	2,34

в) При  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Точка росы

Температуру, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным, называют *точкой росы*.

Когда Саша зашёл в дом, его очки запотели. Посмотрев на термометр и психрометр, Саша установил: температура равна  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $60\%$ . Примите, что сразу после входа в дом температура стёкол очков равна температуре наружного воздуха.

- Почему стёкла очков дома запотели?
- Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?
- При какой температуре содержащийся в воздухе комнаты водяной пар стал бы насыщенным?
- Какова температура воздуха на улице?

а) Прилегающий к холодным стёклам очков слой воздуха охладился, вследствие чего водяной пар в нём стал сначала насыщенным, а затем началась конденсация пара.

$$\text{б) } \varphi_1 = \frac{p_{\text{п1}}}{p_{\text{н}}} \Rightarrow p_{\text{п1}} = \varphi_1 p_{\text{н}} = 0,6 \cdot 2,34 = 1,4 \text{ кПа}$$

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	8	9	10	11	12	13	14	15	20
$p_{\text{н}}, \text{ кПа}$	1,07	1,15	1,23	1,31	1,40	1,50	1,60	1,70	2,34

в) При  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

г) Ниже  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Около кассы открытого катка двое беседовали с полицейским.

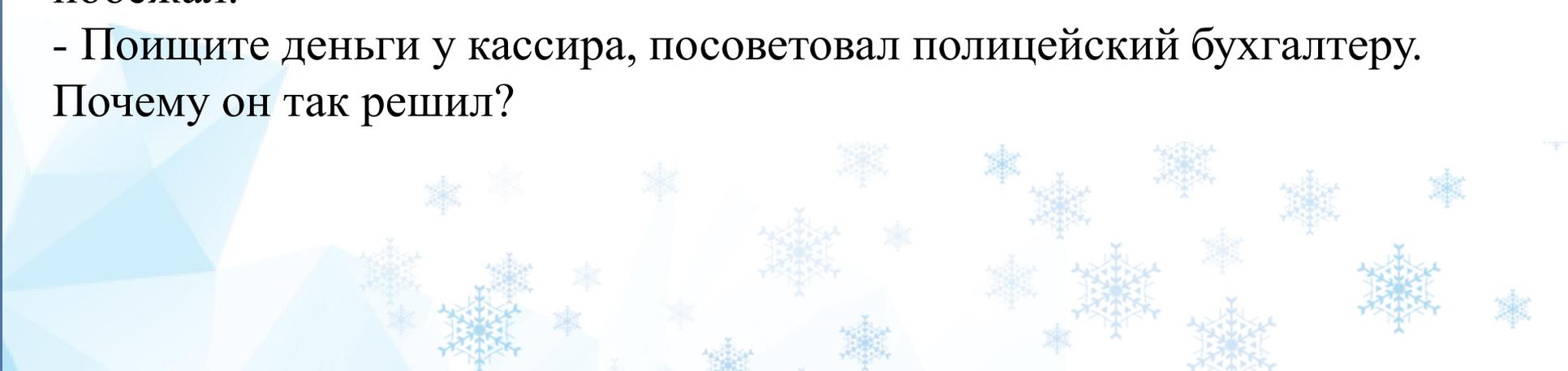
Я бухгалтер этого парка, объяснял человек к мохнатой шапке. Пришёл в кассу забрать дневную выручку, а кассир жалуется, что у него украли все деньги.

- Да, подтвердил гражданин в очках. Сегодня выходной, прекрасный морозный денёк. Билетов продал много. Вдруг какой-то бандит засунул руку в окошко, схватил все деньги из кассы и скрылся.

- Вы хоть успели его рассмотреть? - спросил полицейский.

- Куда там! - вздохнул кассир. Как только я выскочил на улицу, мои очки сразу запотели, и я даже не увидел, в какую сторону этот бандит побежал.

- Поищите деньги у кассира, посоветовал полицейский бухгалтеру. Почему он так решил?



Около кассы открытого катка двое беседовали с полицейским.

Я бухгалтер этого парка, объяснял человек к мохнатой шапке. Пришёл в кассу забрать дневную выручку, а кассир жалуется, что у него украли все деньги.

- Да, подтвердил гражданин в очках. Сегодня выходной, прекрасный морозный денёк. Билетов продал много. Вдруг какой-то бандит засунул руку в окошко, схватил все деньги из кассы и скрылся.

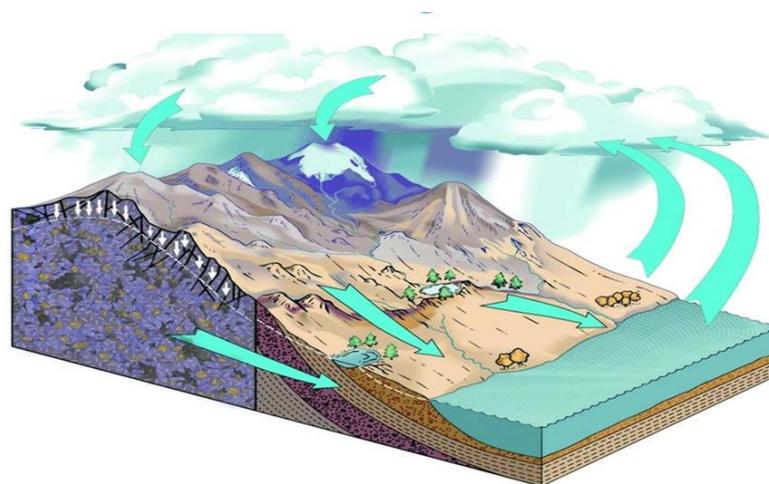
- Вы хоть успели его рассмотреть? - спросил полицейский.

- Куда там! - вздохнул кассир. Как только я выскочил на улицу, мои очки сразу запотели, и я даже не увидел, в какую сторону этот бандит побежал.

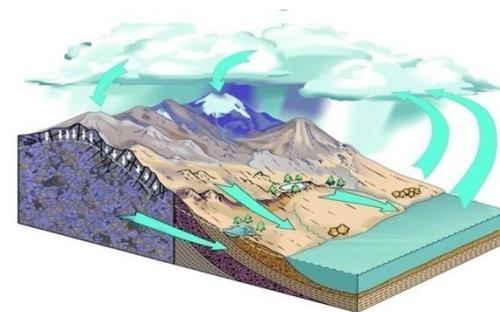
- Поищите деньги у кассира, посоветовал полицейский бухгалтеру. Почему он так решил?

Ответ: Очки запотевают, когда с морозаходишь в тёплое помещение, а кассир выскочил из тёплого помещения на мороз.

Влажные предметы обычно тяжелее сухих: так, промокшее платье тяжелее сухого, а сырые дрова тяжелее сухих. Объясняется это тем, что к собственному весу тела добавляется еще и вес содержащейся в нем влаги. А с воздухом дело обстоит наоборот: *влажный воздух легче сухого!* Как это объяснить?



Влажные предметы обычно тяжелее сухих: так, промокшее платье тяжелее сухого, а сырые дрова тяжелее сухих. Объясняется это тем, что к собственному весу тела добавляется еще и вес содержащейся в нем влаги. А с воздухом дело обстоит наоборот: *влажный воздух легче сухого!* Как это объяснить?



Ответ: В единице объема влажного воздуха при той же температуре и давлении молекулы водяного пара не добавляются к молекулам, из которых состоит воздух (молекулы азота и кислорода), а частично вытесняют их.

## Задания ЕГЭ

В комнате размерами  $5 \text{ м} \times 5 \text{ м} \times 3 \text{ м}$ , в которой воздух имеет температуру  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  и относительную влажность  $25 \%$ , включили увлажнитель воздуха производительностью  $0,36 \text{ кг/ч}$ . Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате стала равна  $75 \%$ ? Давление насыщенного водяного пара при температуре  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  равно  $3,17 \text{ кПа}$ . Комнату считать герметичным сосудом.

## Задания ЕГЭ

В комнате размерами  $5 \text{ м} \times 5 \text{ м} \times 3 \text{ м}$ , в которой воздух имеет температуру  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  и относительную влажность  $25 \%$ , включили увлажнитель воздуха производительностью  $0,36 \text{ кг/ч}$ . Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате стала равна  $75 \%$ ? Давление насыщенного водяного пара при температуре  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  равно  $3,17 \text{ кПа}$ . Комнату считать герметичным сосудом.

$$\text{Было: } \varphi_1 = \frac{p_{\text{п1}}}{p_{\text{н}}} \Rightarrow p_{\text{п1}} = \varphi_1 p_{\text{н}}$$

$$\text{Стало: } \varphi_2 = \frac{p_{\text{п2}}}{p_{\text{н}}} = \frac{p_{\text{п1}} + \Delta p}{p_{\text{н}}}, \text{ причём } \Delta p = \frac{\Delta m}{MV} RT, \text{ где } \Delta m = It \text{ — масса испарившейся воды.}$$

## Задания ЕГЭ

В комнате размерами 5 м × 5 м × 3 м, в которой воздух имеет температуру 25 °С и относительную влажность 25 %, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,36 кг/ч. Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате стала равна 75 %? Давление насыщенного водяного пара при температуре 25 °С равно 3,17 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

$$\text{Было: } \varphi_1 = \frac{p_{\text{п1}}}{p_{\text{н}}} \Rightarrow p_{\text{п1}} = \varphi_1 p_{\text{н}}$$

$$\text{Стало: } \varphi_2 = \frac{p_{\text{п2}}}{p_{\text{н}}} = \frac{p_{\text{п1}} + \Delta p}{p_{\text{н}}}, \text{ причём } \Delta p = \frac{\Delta m}{MV} RT, \text{ где } \Delta m = It \text{ — масса испарившейся воды.}$$

$$\varphi_2 = \frac{p_{\text{п1}} + \Delta p}{p_{\text{н}}} = \frac{\varphi_1 p_{\text{н}} + \frac{It}{MV} RT}{p_{\text{н}}} = \varphi_1 + \frac{ItRT}{p_{\text{н}} MV}$$

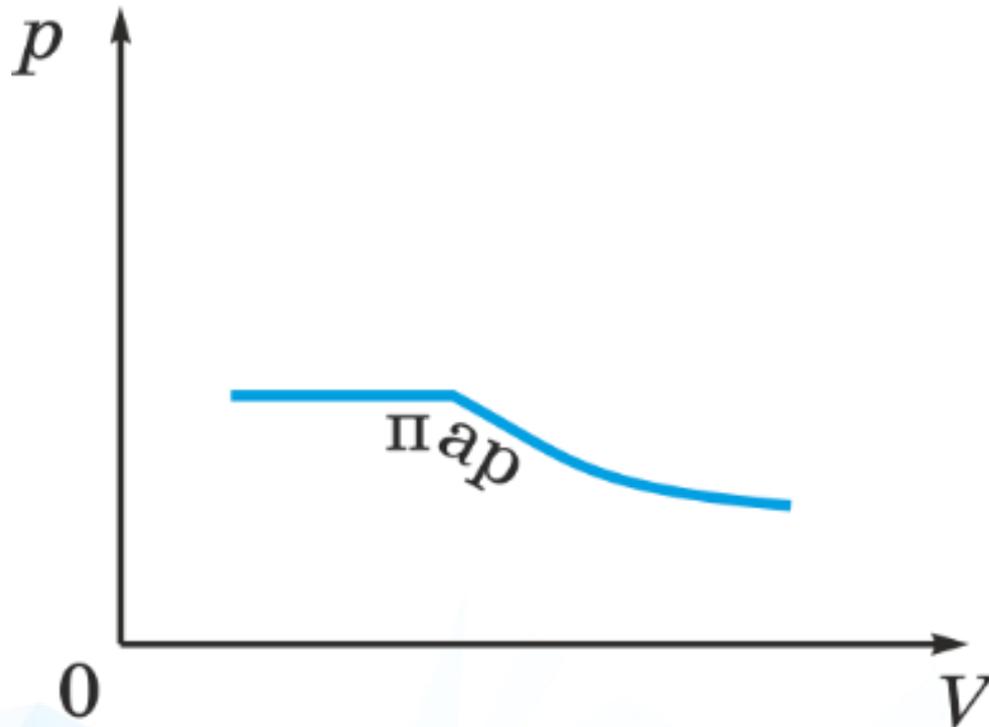
$$t = \frac{(\varphi_2 - \varphi_1) p_{\text{н}} MV}{IRT}$$

## Исследуем ситуацию:

В сосуд под поршнем поместим влажный воздух. Будем изменять объём сосуда при *постоянной температуре*

Если в сосуде под поршнем находится влажный воздух, то для него выполняется закон Дальтона:

$$p = p_{\text{возд}} + p_{\text{пара}}$$

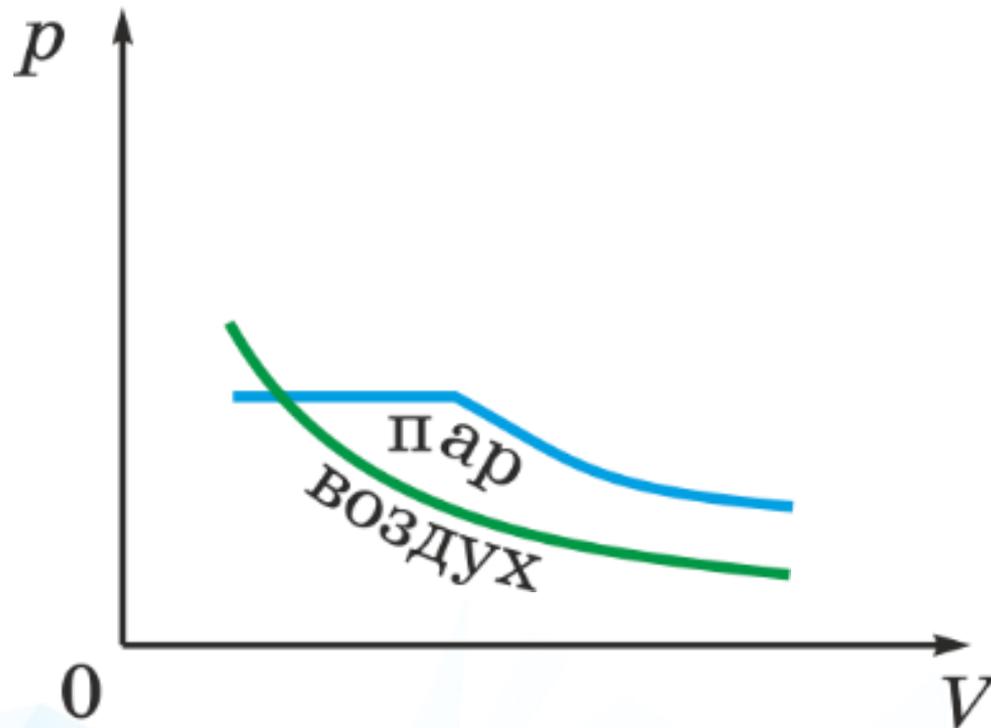


## Исследуем ситуацию:

В сосуд под поршнем поместим влажный воздух. Будем изменять объём сосуда при *постоянной температуре*

Если в сосуде под поршнем находится влажный воздух, то для него выполняется закон Дальтона:

$$p = p_{\text{возд}} + p_{\text{пара}}$$

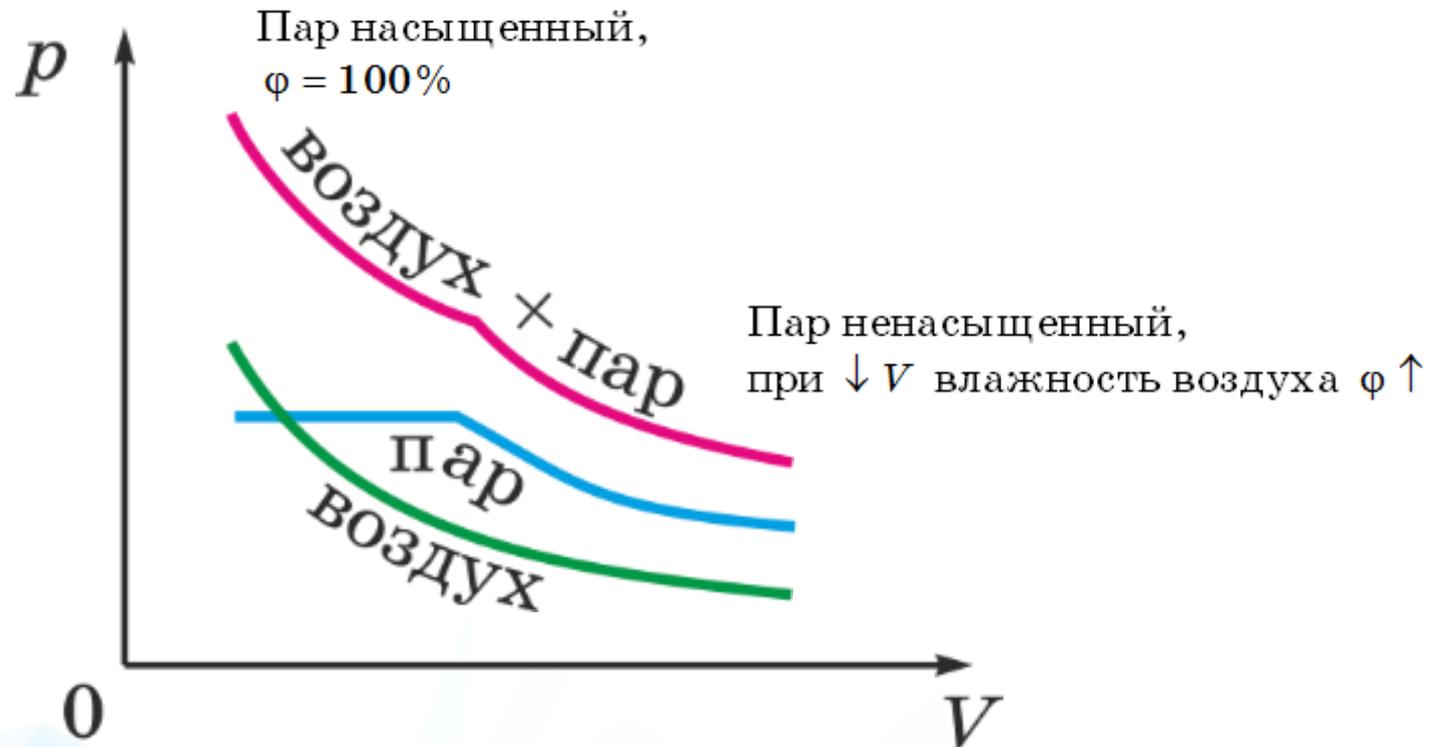


## Исследуем ситуацию:

В сосуд под поршнем поместим влажный воздух. Будем изменять объём сосуда при *постоянной температуре*

Если в сосуде под поршнем находится влажный воздух, то для него выполняется закон Дальтона:

$$p = p_{\text{возд}} + p_{\text{пара}}$$



## Задания ЕГЭ

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$  равно  $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$  Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в  $k = 4$  раза. При этом давление в сосуде увеличилось в  $n = 3$  раза. Найдите относительную влажность  $\varphi$  воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

## Задания ЕГЭ

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$  равно  $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$  Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в  $k = 4$  раза. При этом давление в сосуде увеличилось в  $n = 3$  раза. Найдите относительную влажность  $\varphi$  воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

При температуре  $100\text{ }^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара равно нормальному атмосферному давлению:  $p_n = 10^5$  Па.

## Задания ЕГЭ

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$  равно  $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$  Па. Объем под поршнем изотермически уменьшили в  $k = 4$  раза. При этом давление в сосуде увеличилось в  $n = 3$  раза. Найдите относительную влажность  $\varphi$  воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

При температуре  $100\text{ }^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара равно нормальному атмосферному давлению:  $p_{\text{н}} = 10^5$  Па.

$$\left. \begin{array}{l} V \downarrow \text{ в } 4 \text{ раза} \\ p \uparrow \text{ в } 3 \text{ раза} \end{array} \right\} \Rightarrow (pV) \downarrow \Rightarrow m_{\text{пара}} \downarrow \quad \left( \text{это следует из } pV = \frac{mRT}{M} \right)$$

Значит часть водяного пара конденсируется, пар в сосуде становится насыщенным.

## Задания ЕГЭ

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $t = 100$  °С равно  $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$  Па. Объем под поршнем изотермически уменьшили в  $k = 4$  раза. При этом давление в сосуде увеличилось в  $n = 3$  раза. Найдите относительную влажность  $\varphi$  воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

При температуре  $100$  °С давление насыщенного пара равно нормальному атмосферному давлению:  $p_{\text{н}} = 10^5$  Па.

$$\left. \begin{array}{l} V \downarrow \text{ в } 4 \text{ раза} \\ p \uparrow \text{ в } 3 \text{ раза} \end{array} \right\} \Rightarrow (pV) \downarrow \Rightarrow m_{\text{пара}} \downarrow \quad \left( \text{это следует из } pV = \frac{mRT}{M} \right)$$

Значит часть водяного пара конденсируется, пар в сосуде становится насыщенным.

По закону Дальтона:

$$\left. \begin{array}{l} p_1 = p_{\text{возд}} + \varphi p_{\text{н}} \Rightarrow p_{\text{возд}} = p_1 - \varphi p_{\text{н}} \\ p_2 = k p_{\text{возд}} + p_{\text{н}} = n p_1 \end{array} \right\} \Rightarrow n p_1 = k (p_1 - \varphi p_{\text{н}}) + p_{\text{н}}$$

$$\varphi = \frac{p_1 (k - n) + p_{\text{н}}}{k p_{\text{н}}} = \frac{1,8 \cdot 10^5 (4 - 3) + 10^5}{4 \cdot 10^5} = 0,7 = 70\%$$

## Самостоятельная работа № 26

### Насыщенный пар. Влажность<sup>1)</sup>

#### Вариант 1

1. Цилиндр под поршнем заполнен насыщенным водяным паром при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Начальный объём под поршнем равен  $1,2\text{ л}$ .

- а) Чему равно давление пара?
- б) Чему равна масса пара?
- в) Чему будет равно давление пара, если его объём увеличить в 3 раза при той же температуре?

2. В комнате объёмом  $60\text{ м}^3$  содержится  $843\text{ г}$  водяного пара при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- а) Чему равно парциальное давление насыщенного водяного пара при данной температуре?
- б) Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?
- в) На сколько надо понизить температуру воздуха, чтобы выпала роса?



# Будем рады сотрудничеству!

Интернет-  
магазины:

[www.shop.prosv.ru](http://www.shop.prosv.ru)

[www.tdabris.ru](http://www.tdabris.ru)

[www.labirint.ru](http://www.labirint.ru)

[my-shop.ru](http://my-shop.ru)

**Москва, ул. Краснопролетарская,  
д. 16, стр. 3**

**[E-mail: binom@lbz.ru;](mailto:binom@lbz.ru)**

