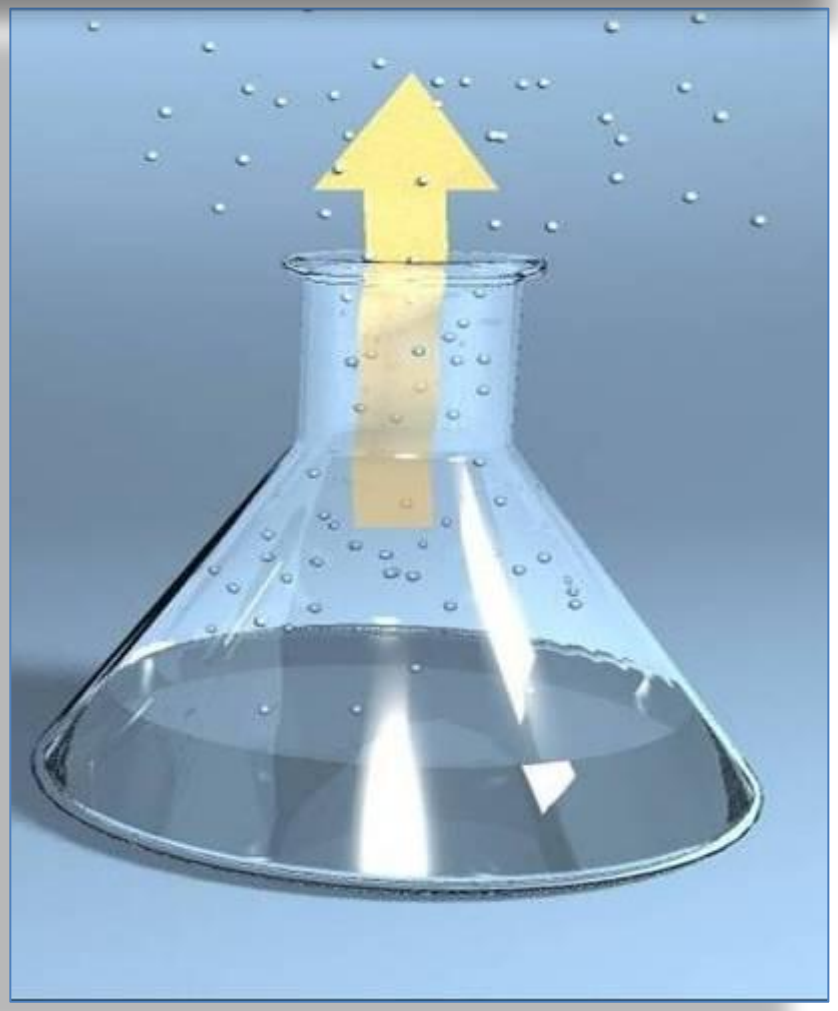
Сегодня понедельник, 7 ноября 2011 г.

Насыщенный пар
Влажность воздуха

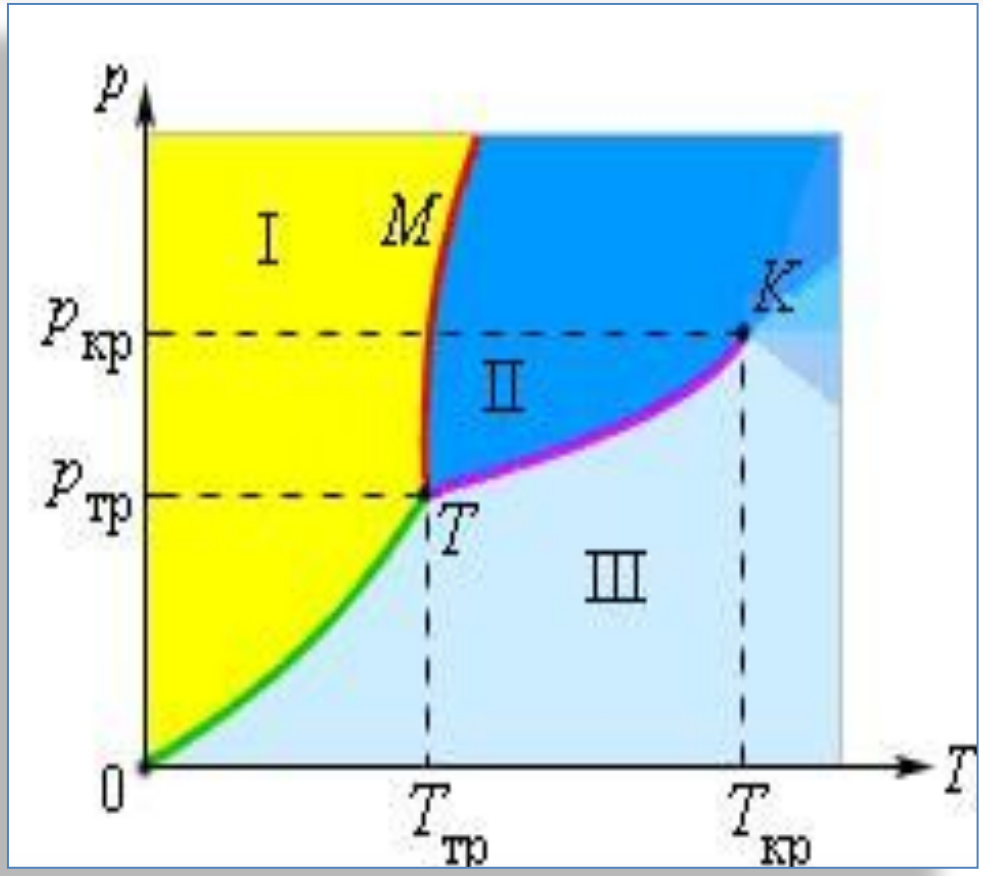
Пар, находящийся в динамическом равновесии со
ость
насыщенным паром

Насыщенный пар

Ненасыщенный пар

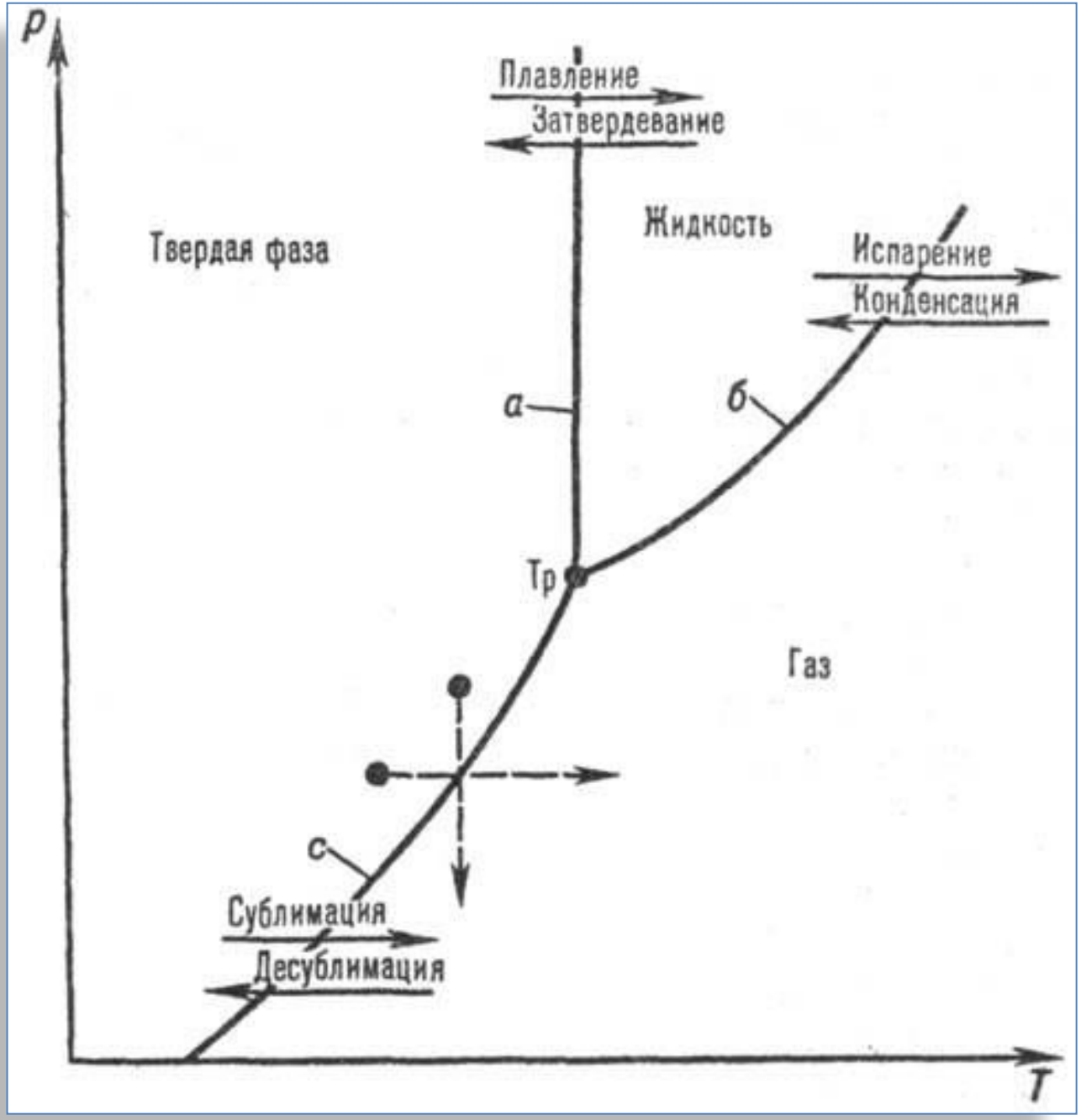


Фазовая диаграмма



K – критическая точка, *T* – тройная точка.
Область I – твердое тело,
область II – жидкость,
область III – газообразное вещество

Кривая 0*T*, соответствующая равновесию между твердой и газообразной фазами, называется **кривой сублимации**.
Кривая *TK* равновесия между жидкостью и паром называется **кривой испарения**, она обрывается в критической точке *K*.
Кривая *TM* равновесия между твердым телом и жидкостью называется **кривой плавления**.
Кривые равновесия сходятся в точке *T*, в которой могут сосуществовать в равновесии все три фазы. Эта точка называется **тройной точкой**.


p
Плавление
Затвердевание
Твердая фаза
Жидкость
Испарение
Конденсация
а
б
Тр
Газ
с
Сублимация
Десублимация
T

Изменение внутренней энергии при теплообмене ΔU (количество теплоты Q) без совершения работы может быть вычислено по таким формулам:

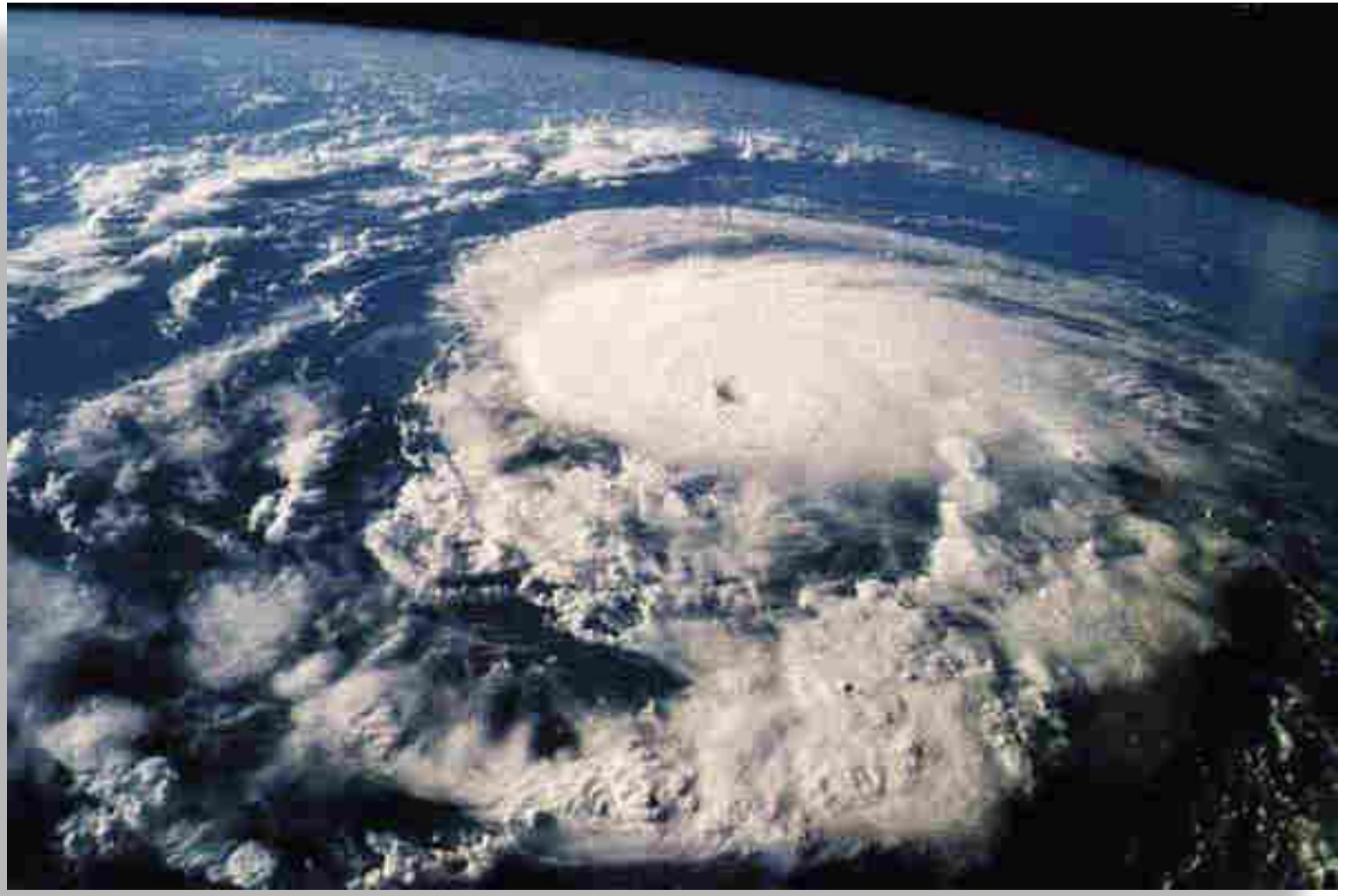
$\Delta U = Q = c \cdot m(T_2 - T_1)$ — при нагревании или охлаждении, где c – удельная теплоемкость вещества, m – масса вещества, T – абсолютная температура;

$\Delta U = Q = \lambda \cdot m$ — при плавлении или отвердевании, где λ – удельная теплота плавления вещества;

$\Delta U = Q = r \cdot m$ — при парообразовании или конденсации, где r – удельная теплота парообразования вещества;

$\Delta U = Q = q \cdot m$ — при сгорании топлива, где q – удельная теплота сгорания вещества.

В атмосферном воздухе всегда находится определённое количество водяных паров



Водяной пар в воздухе, несмотря на огромные поверхности океанов, морей, рек и озёр, не является насыщенным: атмосфера – «открытый сосуд».

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.

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

Чтобы судить о степени влажности воздуха, важно знать, близок или далёк водяной пар от насыщения.

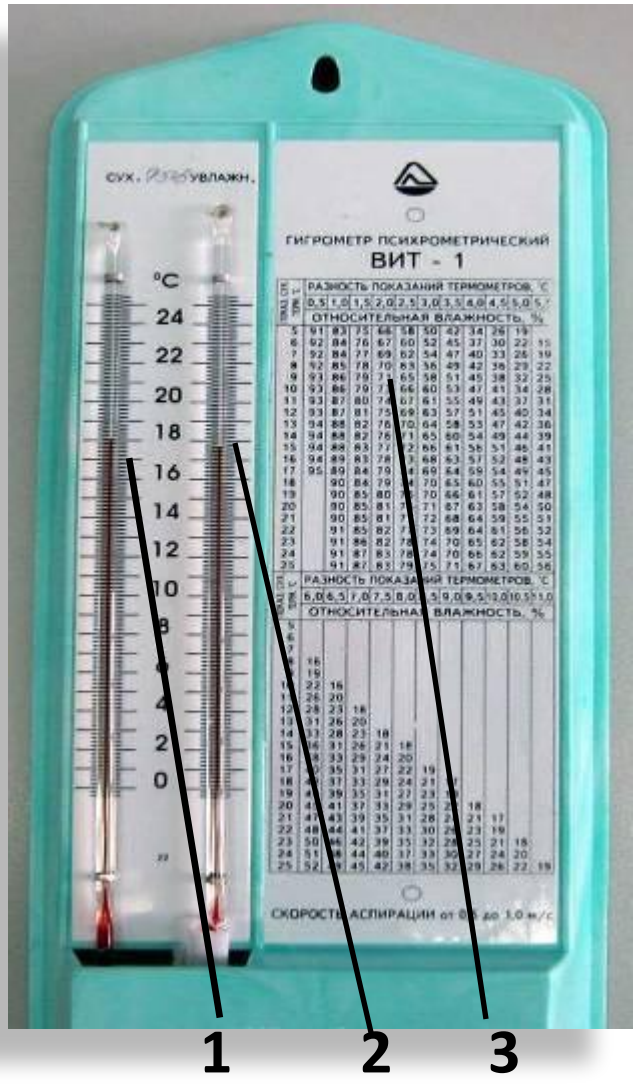
Относительной влажностью воздуха φ называют отношение количества содержащего водяного пара в атмосфере в данный момент времени ρ к тому количеству, которое требуется для полного насыщения водяным паром $\rho_н$ при той же температуре, выраженное в %.

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

Можно ли измерить относительную влажность воздуха?

Точка росы – это температура при которой водяной пар становится насыщенным.

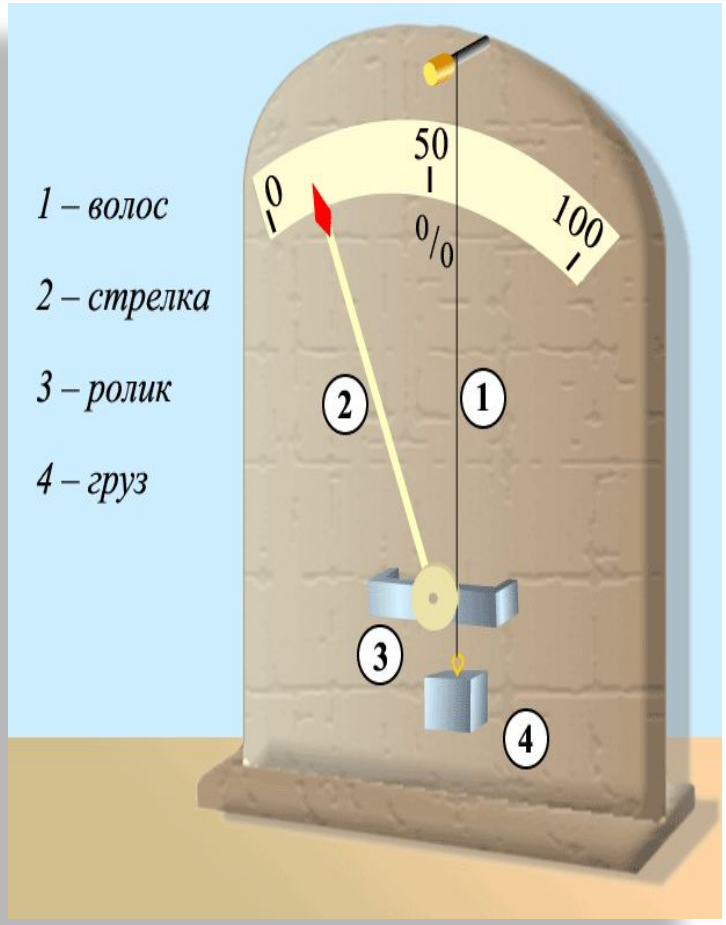
Психрометр

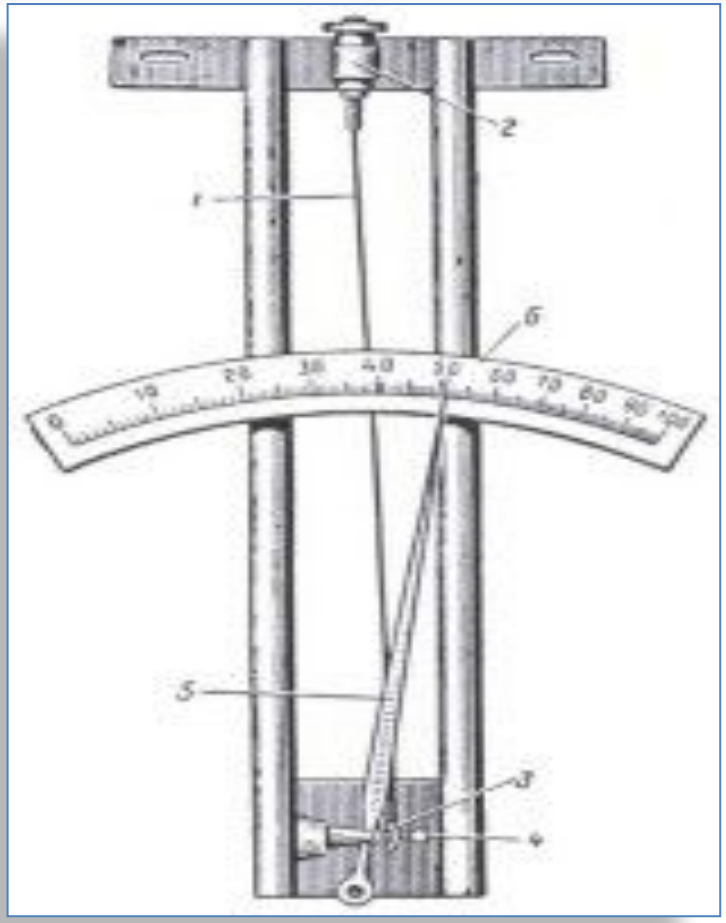


1 - «Сухой» термометр – показывает температуру воздуха
2 - «Влажный» термометр – показывает «точку росы»
3 - Психрометрическая таблица

1. *Снять показания «сухого» и «влажного» термометров;*
2. *Определить разность показаний термометров;*
3. *На пересечении столбцов «температура воздуха» (по вертикали) и Δt (по горизонтали) найти значение относительной влажности воздуха*

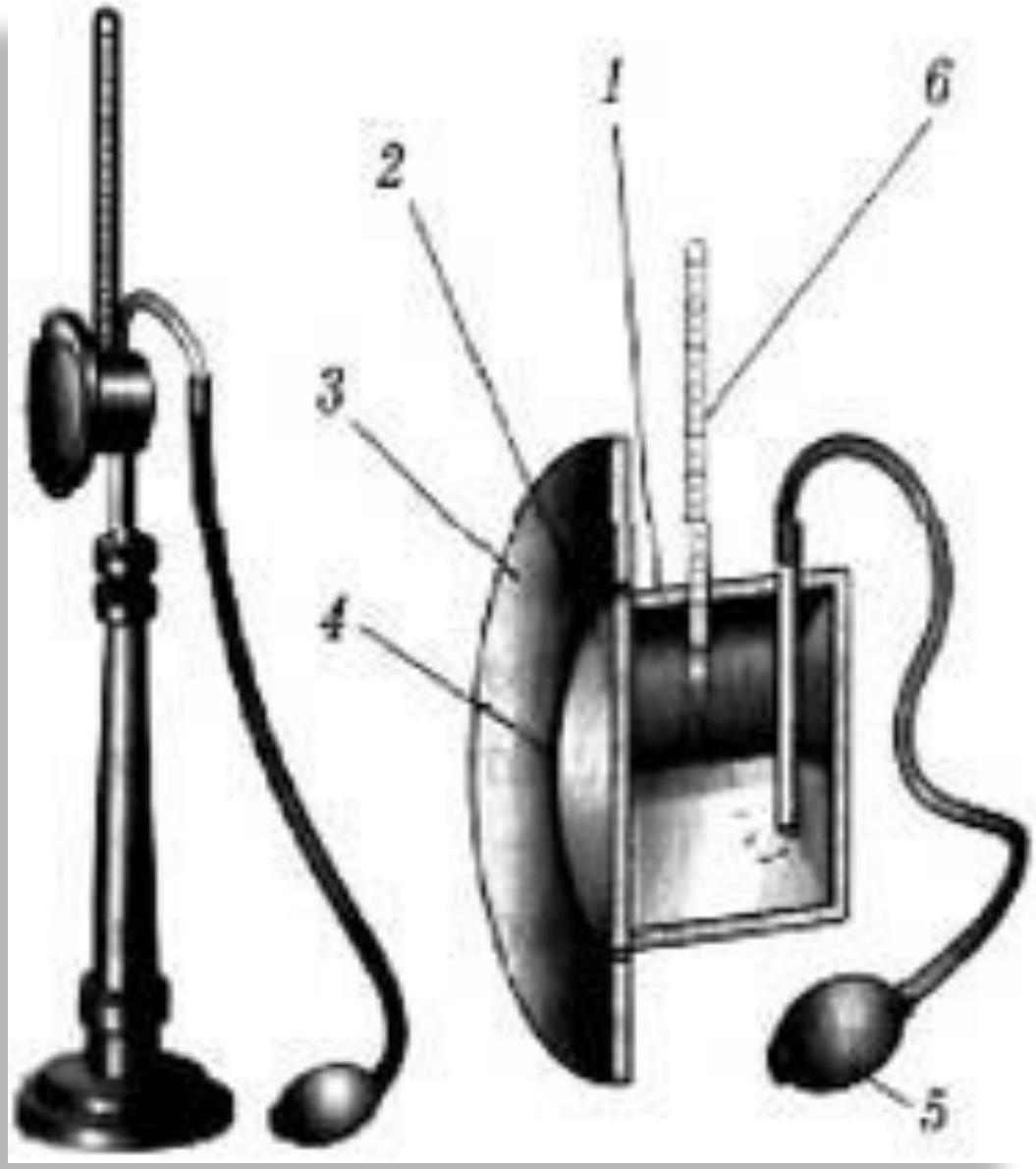
Волосной гигрометр





Человеческий волос при увеличении влажности воздуха удлиняется; при уменьшении влажности воздуха длина волоса уменьшается. Стрелка, соединённая с натянутым волосом, показывает относительную влажность воздуха.

Конденсационный гигрометр

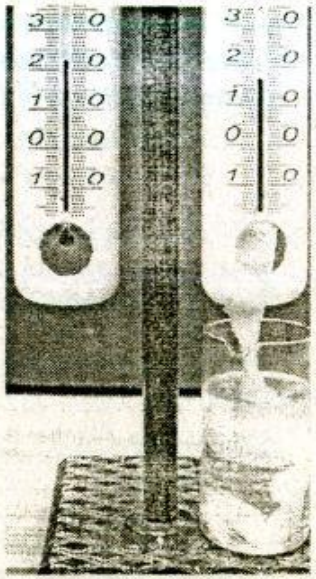


Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, t_1, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Влажность воздуха, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Задача ЕГЭ

А10. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



Психрометрическая таблица

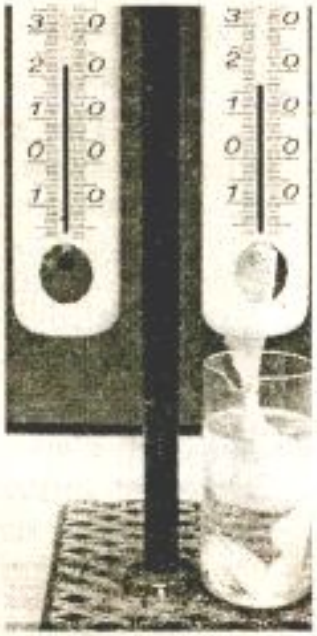
t сух. терм	Разность показаний сухого и влажного термометров								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52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

Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съемка?

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

Задача ЕГЭ

А9. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



Психрометрическая таблица

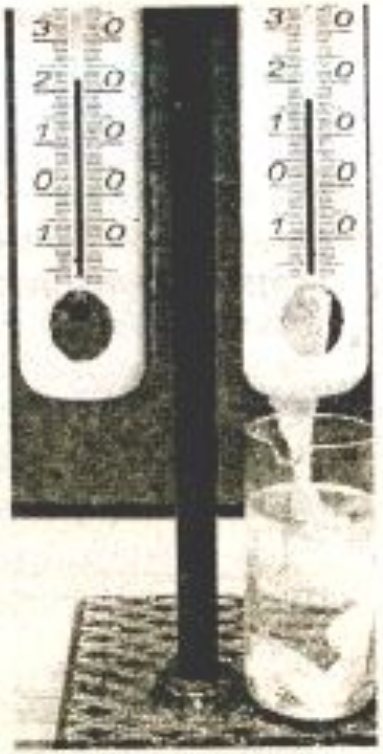
t сух. терм	Разность показаний сухого и влажного термометров								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52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

Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съемка?

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

Задача ЕГЭ

А20. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



Психрометрическая таблица

t сух. терм	Разность показаний сухого и влажного термометров								
°C	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

Каковы будут показания правого термометра при той же температуре воздуха и относительной влажности 68%?

1) 26 °C 2) 22 °C 3) 18 °C 4) 16 °C

Зависимость плотности насыщенного водяного пара от температуры

t^0C	ρ г/м^3	t^0C	ρ г/м^3
-5	3,2	10	9,4
0	4,8	11	10
1	5,2	12	10,7
2	5,6	13	11,4
3	6	14	12,1
4	6,4	15	12,8
5	6,8	16	13,6
6	7,3	17	14,5
7	7,8	18	15,4
8	8,3	19	16,3
9	8,8	20	17,3

Значение влажности воздуха

Предсказание погоды

Производство тканей, конфет, и др.

Библиотеки, музеи

Картинные галереи

Больницы, поликлиники, аптеки

Нормальная влажность воздуха 60 %

Хранение овощей, фруктов и др.

Оптимальная относительная влажность для человека	40-60%
для растений в зимних садах, оранжереях и теплицах	55-75%
для оргтехники и телекоммуникационной аппаратуры	45-60%
для мебели ,паркета, музыкальных инструментов	40-60%
для книг в библиотеках, художественных музеях и галереях	40-60%

Задача ЕГЭ

А9. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Относительная влажность воздуха стала

1) 120% 2) 100% 3) 60% 4) 30%

Задача ЕГЭ

А9. В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом

1) уменьшилась в 2 раза
2) не изменилась
3) увеличилась в 2 раза
4) увеличилась в 4 раза

Задача ЕГЭ

В1. В цилиндре под поршнем находятся вода и насыщенный водяной пар. Поршень медленно изотермически вдвигают в цилиндр. Как меняются при этом давление водяного пара, его масса и масса воды в цилиндре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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

Давление водяного пара в цилиндре	Масса водяного пара в цилиндре	Масса воды в цилиндре

Задача ЕГЭ

А23. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 20 °С находится $1{,}12 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

t, °С	16	17	18	19	20	21	22	23
ρ, 10^{-2}, кг/м^3	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06

1) 100%
2) 75%
3) 65%
4) 55%

Задача ЕГЭ

В3. Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ПРИБОР ДЛЯ ЕЁ ИЗМЕРЕНИЯ
А) сила	1) калориметр
Б) относительная влажность воздуха	2) манометр
	3) психрометр
	4) динамометр

А	Б

Задание 3

№ п/п	Температура сухого термометра	Температура влажного термометра	Разность показаний сухого и влажного термометров	Влажность проценты
1	18	15		
2	20	14		
3	24			69
4			6	56

Задание 3

№ п/п	Температура сухого термометра	Температура влажного термометра	Разность показаний сухого и влажного термометров	Влажность проценты
1	18	15	3	73
2	20	14	6	51
3	24	20	4	69
4	24	18	6	56

Решение задач

566 (628).

Дано:
$V = 10$ л
$m = 0{,}13$ г
$t = 20\ ^\circ\text{C}$

Найти: φ.

Относительная влажность вычисляется по формуле:

$$\left.\begin{aligned} \varphi &= \frac{p}{p_0} \cdot 100\% = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\% \\ \rho &= \frac{m}{V} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \varphi = \frac{m}{V\rho_0} \cdot 100\%.$$

При $t = 20\ ^\circ\text{C}$ $\rho_0 = 17{,}3 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$\varphi = \frac{0{,}13 \cdot 10^{-3}\ \text{кг}}{10 \cdot 10^{-3}\ \text{м}^3 \cdot 17{,}3 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \cdot 100\% = 75\%.$$

Ответ: 75%.

Решение задач

565 (627).

Дано:
$t_1 = 16\ ^\circ C$
$\varphi_1 = 55\%$
$t_2 = 8\ ^\circ C$

Найти: φ_2.

Относительная влажность вычисляется по формуле:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% \Rightarrow p = \frac{\varphi \cdot p_0}{100\%};$$

$$\varphi_1 = \frac{p}{p_{01}} \cdot 100\% = \frac{\varphi p_0 \cdot 100\%}{100\% \cdot p_{01}} = \frac{p_0}{p_{01}}\varphi = \frac{q_0}{q_{01}}\varphi.$$

При $t = 16\ ^\circ C$ $\rho_0 = 13{,}6 \cdot 10^{-3}$ кг/м^3;
при $t = 8\ ^\circ C$ $\rho_{01} = 8{,}3 \cdot 10^{-3}$ кг/м^3 $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \varphi_1 = \frac{13{,}6 \cdot 10^{-3}}{8{,}3 \cdot 10^{-3}} \cdot 55\% \approx 90\%.$$

Ответ: не выпадет.

Решение задач

564 (626).

Дано:
$\varphi = 65\%$
$t_1 = 16\ ^\circ C$
$t_2 = 12\ ^\circ C$

Найти: φ.

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% \Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{p_{02}}{p_{01}};$$

При $t = 16\ ^\circ C$: $p_{01} = 1{,}81 \cdot 10^3$ Па;

при $t = 16\ ^\circ C - 4\ ^\circ C = 12{,}0\ ^\circ C$ $p_{02} = 1{,}40 \cdot 10^3$ Па $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{1{,}40 \cdot 10^3\ \text{Па}}{1{,}81 \cdot 10^3\ \text{Па}} \approx 0{,}77;$$

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1}{0{,}77} = \frac{65\%}{0{,}77} \approx 84{,}4\%.$$

Ответ: увеличится на 19,4%.

Решение задач

563 (625).

Дано:
$t = 18\ ^\circ C$
$t_{росы} = 10\ ^\circ C$

Найти: φ.

При температуре 10 °С — влажность 100% (точка росы).

$$p = p_{01} \Rightarrow \varphi = \frac{p}{p_{02}} \cdot 100\% = \frac{p_{01}}{p_{02}} \cdot 100\% = \frac{\rho_{01}}{\rho_{02}} \cdot 100\%.$$

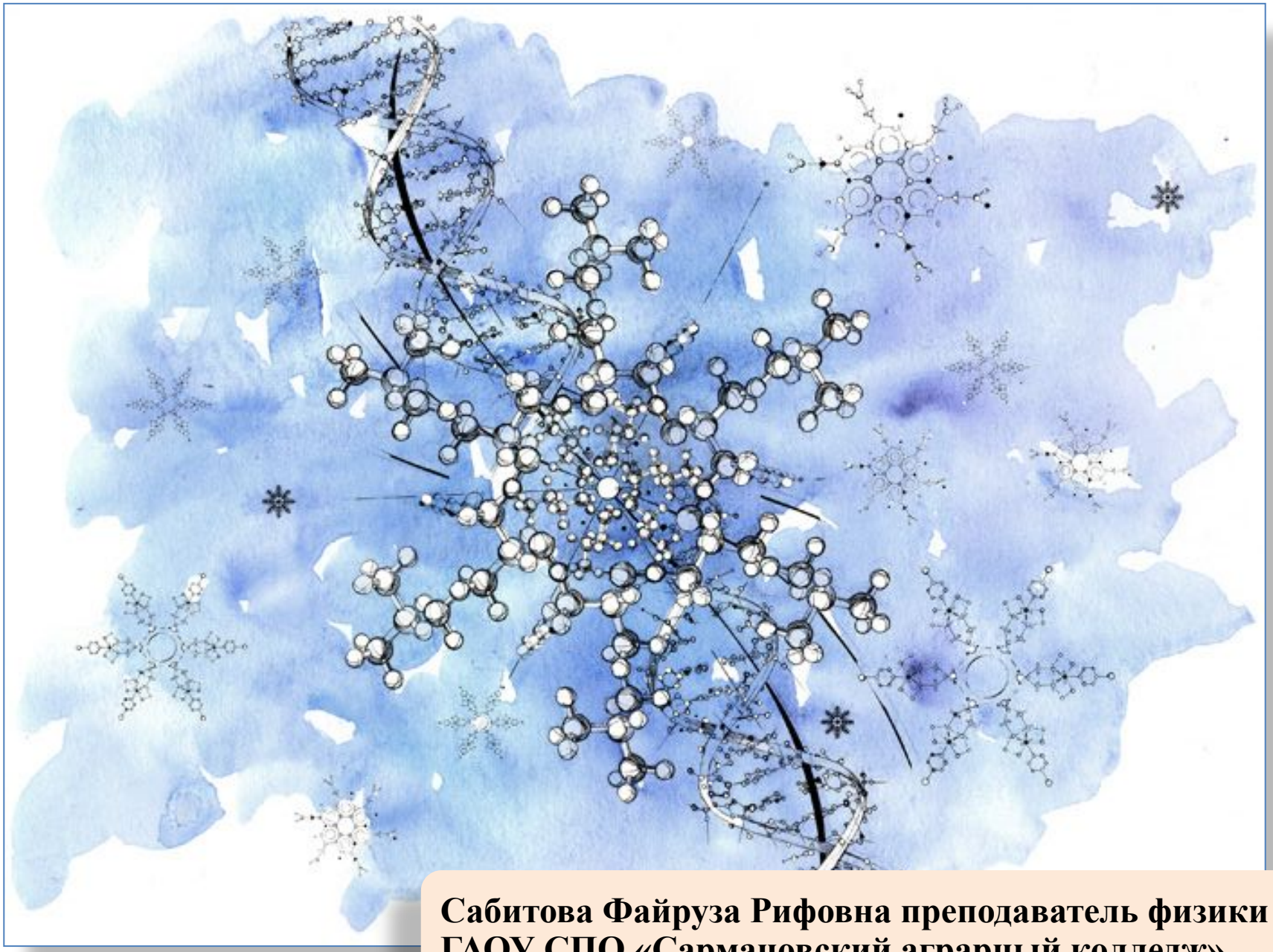
При $t = 10\ ^\circ C$ $\rho_{01} = 9{,}4 \cdot 10^{-3}$ кг/м^3;
при $t = 18\ ^\circ C$ $\rho_{02} = 15{,}4 \cdot 10^{-3}$ кг/м^3

$$\Rightarrow \varphi = \frac{9{,}4 \cdot 10^{-3}\ кг/м^3}{15{,}4 \cdot 10^{-3}\ кг/м^3} \cdot 100\% = 59\%.$$

Ответ: 59%.

Использованные ресурсы:

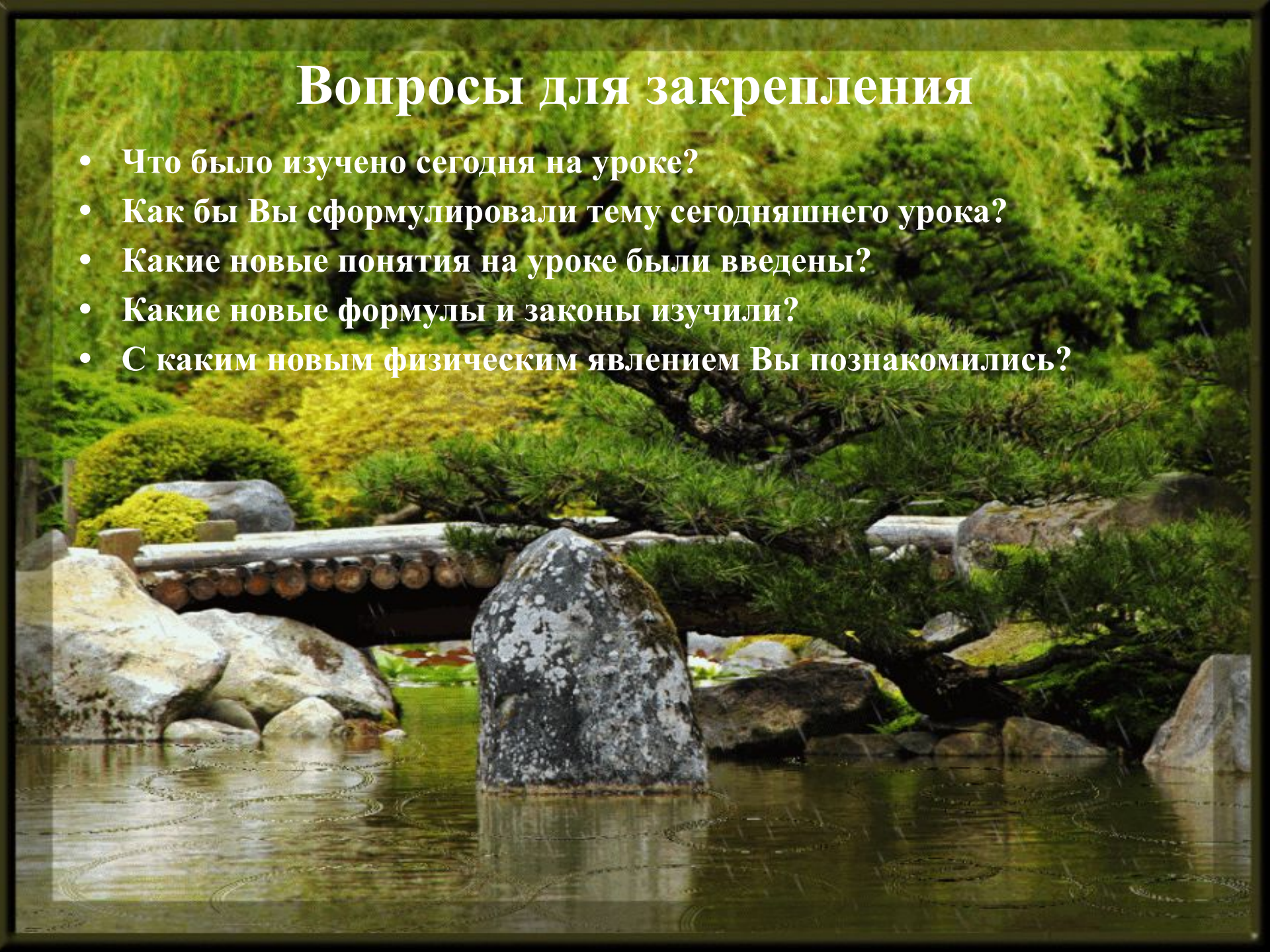
- http://tvsh2004.narod.ru/phis.htm
- http://www.ido.rudn.ru/nfpk/fizika/mkt/3.html



Сабитова Файруза Рифовна преподаватель физики ГАОУ СПО «Сармановский аграрный колледж»

Вопросы для закрепления

- Что было изучено сегодня на уроке?
- Как бы Вы сформулировали тему сегодняшнего урока?
- Какие новые понятия на уроке были введены?
- Какие новые формулы и законы изучили?
- С каким новым физическим явлением Вы познакомились?



Всем спасибо! Урок окончен.

Сабитова Файруза Рифовна

преподаватель физики ГАОУ СПО «Сармановский аграрный колледж»