

Решения задач на приготовление растворов разными способами.

Подготовка к ГИА (9-11 классы)

Раствор состоит из двух частей: растворенного вещества и растворителя.

Чаще всего растворителем является вода. Массовая доля растворённого вещества зависит от содержания вещества в растворе и может быть выражена в процентах или долях.

$$\omega = \frac{m(p.v - v.a)}{m(p.a - p.a)} \times 100\%; W\% \text{любого чистого вещества равна } 100\%. W\% \text{ воды равна нулю, то}$$

есть, вещества в чистой воде нет. При этом сумма веществ в исходных растворах равна содержанию вещества в конечном растворе.

Первый способ последовательный.

Решается с оформлением данных и использованием формул.

$$1) \omega = \frac{m(p.v - v.a)}{m(p.a - p.a)} \times 100\%; 2) m(v - v.a) = \frac{m(p.a - p.a) \times \omega}{100\%}; 3)$$

$$m(p.a - p.a) = \frac{m(v - v.a) \times 100\%}{\omega}$$

Если дается объем раствора, его надо пересчитать на массу. $m(p-p.a) = V \times \rho$.

Если надо рассчитать объем раствора, сначала рассчитывается масса, а затем объем.

$$V = \frac{m(p.a - p.a)}{\rho}$$

Если не известна масса раствора, и масса вещества, но известна массовая доля, (например она = 20%),

тогда масса раствора выражается через X; $m(p-p.a) = X$; $m(v-v.a) = m(p-p.a) \times W$ в данном случае $m(v-v.a) = X \times 0,2$

Второй способ алгебраический.

Исходим из того, что массы веществ исходных растворов равны массе вещества конечного раствора. При этом масса вещества рассматривается как произведение массы раствора и массовой доли вещества в растворе. (W, удобнее выразить от единицы в долях).

$$m(p-p.a)1 \times w + m(p-p.a)2 \times w = m(p-p.a)3 \times w$$

Третий способ диагональный или метод креста.

В данном случае массовые доли располагаются следующим образом: слева сверху самая большая из приведённых в условии, под ней самая маленькая, в центре средняя, по диагонали вычитаем от большей массовой доли меньшую, записываем результат. Параллельно массовым долям на расстоянии от диагонали указываем соответствующие массы растворов.

НАПРИМЕР: в правой части диагонали получились три % отношения, мы выбираем наиболее удобное, так как при расчете любого отношения получим одинаковый результат. W берется в процентах.

100%	↘	↗	10	$m(p-pa)100\%$	$\frac{10}{80} = \frac{m(100\%)}{m(10\%)}; \quad \text{или} \quad \frac{10}{90} = \frac{m(100\%)}{m(20\%)};$ $\text{или} \quad \frac{80}{90} = \frac{m(10\%)}{m(20\%)}$
		20%		+	
10%	↗	↘	80	$m(p-pa) 10\%$	
			90	$m(pa-pa) 20\%$	

Примеры решения задач

а) На приготовление растворов

Задача №1. Смешали 200 г воды и 50 г гидроксида натрия. Определить массовую долю вещества в растворе.

1 способ

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200\text{г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 50\text{г}$$

Решение

$$m(p-pa) = m(v-va) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(p-pa) = 50 + 200 = 250$$

$$\omega = \frac{m(p-va)}{m(pa-pa)} \times 100\%$$

$$\omega = \frac{50}{250} \times 100\%; \quad \omega = 20\%$$

$$w\% = ?$$

Ответ: $\omega = 20\%$

2 способ

РЕШЕНИЕ

1		0		X
50	+	200	=	250
		или 20%		

$$50 \times 1 + 200 \times 0 = 250 \times X; \quad 50 = 250X; \quad X = 0,2$$

3 способ

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{O}) 200\text{г} \text{-----} 0\%$$

$$m(v-va) 50\text{г} \text{-----} 100\%$$

$$m(p-pa) 250\text{г} \text{-----} x\%$$

Предполагаем значение X

$$0 < X < 100$$

РЕШЕНИЕ

100%	↘	↗	X	_____ 50г
		X%		+
0%	↗	↘	100-X	_____ 200
			100	_____ 250

$$\frac{X}{100} = \frac{50}{250}; \quad X = 20\%$$

Ответ: $\omega = 20\%$

Задача №2. Определить массу соли и объем дистиллированной воды, необходимых для получения 230г 12% поваренной раствора.

1 способ

Дано:

$$m(p-pa) = 230\text{г}$$

$$W\% = 12\%$$

Решение

$$m(v-va) = \frac{m(p-pa)}{100\%} \times \omega$$

$$m(v-va) = \frac{230 \times 12\%}{100\%}; \quad m(v-va) = 27,6\text{г}$$

$$V = m \times \rho; \quad \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1\text{г/л} \text{ отсюда } m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(p-pa) - m(v-va); \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 230 - 27,6 = 202,4\text{г}$$

$m(\text{в-ва})=?$, $V(\text{H}_2\text{O})=?$	$V(\text{H}_2\text{O})=m(\text{H}_2\text{O})$ Ответ. $m(\text{в-ва})=27,6\text{г}$, $V(\text{H}_2\text{O})=202,4\text{мл}$ Ответ: $m(\text{в-ва})=27,6\text{г}$; $V(\text{H}_2\text{O})=202,4\text{мл}$
--	--

2 способ.

РЕШЕНИЕ

$\begin{array}{c} 1 \\ \boxed{\text{X}} \\ \text{В-ВО} \end{array}$	+	$\begin{array}{c} 0 \\ \boxed{230-\text{X}} \\ \text{ВОДА} \end{array}$	=	$\begin{array}{c} 0,12 \\ \boxed{230} \\ \text{Р-Р} \end{array}$
$x \times 1 + (230 - x) \times 0 = 230 \times 0,12$; $x = 27,6$;		$m(\text{H}_2\text{O}) = 230 - 27,6 = 202,4\text{г}$		

3 способ

Дано:

$m(\text{р-ра})$	230г	_____	12%
$m(\text{в-ва})$	x	_____	100%
$m(\text{H}_2\text{O})$	230-x	_____	0%

РЕШЕНИЕ

$\begin{array}{ccc} 100\% & \searrow & 12 \\ & 12\% & \\ 0\% & \swarrow & 88 \end{array}$	+	$\begin{array}{ccc} \text{Xг} & & \\ & & \\ 230-\text{X} & & \end{array}$
		$\frac{100}{100} \quad \frac{88}{230}$

$$\frac{12}{100} = \frac{X}{230}; \quad X = 27,6\text{г}; \quad m(\text{воды}) = 230 - 27,6 = 202,4\text{г}$$

Ответ: $m(\text{в-ва})=27,6\text{г}$; $V(\text{H}_2\text{O})=202,4\text{мл}$

б) На смешивание растворов

Задача №1. Смешали 250г 30% и 150г 20% растворов серной кислоты. Выразите содержание вещества в процентах в приготовленном растворе.

2 Способ

РЕШЕНИЕ

$\begin{array}{c} 0,3 \\ \boxed{250} \\ \text{Р-Р} \end{array}$	+	$\begin{array}{c} 0,2 \\ \boxed{150} \\ \text{Р-Р} \end{array}$	=	$\begin{array}{c} \text{X} \\ \boxed{400} \\ \text{Р-Р} \end{array}$
$250 \times 0,3 + 150 \times 0,2 = 400 \times x$; $75 + 30 = 400x$; $x = 0,26$ или 26% Ответ. $W\% = 26\%$				

3 Способ

Дано:

$m(\text{р-ра №1})$	250г	-----	30%
$m(\text{р-ра №2})$	150г	-----	20%
$m(\text{р-ра №3})$	400г	-----	x%

Предполагаем значение X
 $30 > x > 20$

РЕШЕНИЕ

$\begin{array}{ccc} 30\% & \searrow & \text{X}-20 \\ & \text{X}\% & \\ 20\% & \swarrow & 30-\text{X} \end{array}$	+	$\begin{array}{ccc} 250\text{г} & & \\ & & \\ 150 & & \end{array}$
		$\frac{10}{400}$

$$\frac{X-20}{10} = \frac{250}{400}; \quad (x-20) \times 400 = 10 \times 250;$$

$$400x - 8000 = 2500; \quad 400x = 8000 + 2500;$$

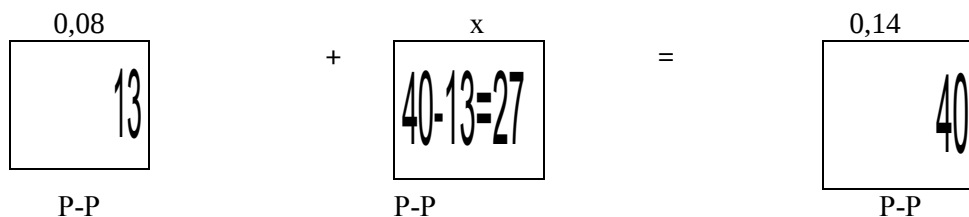
$$x = 26\%$$

Ответ. $W\% = 26\%$

Задача №2. Определите массу и концентрацию раствора, который нужно добавить к 13г 8% раствора, чтобы получить 40г 14% раствора.

2 способ

РЕШЕНИЕ



$13 \times 0,08 + 27x = 40 \times 0,14$; $1,04 + 27x = 5,6$; $27x = 5,6 - 1,04$; $27x = 4,56$; $x = 0,169$ или 16,9%
 Ответ: W% = 16,9%

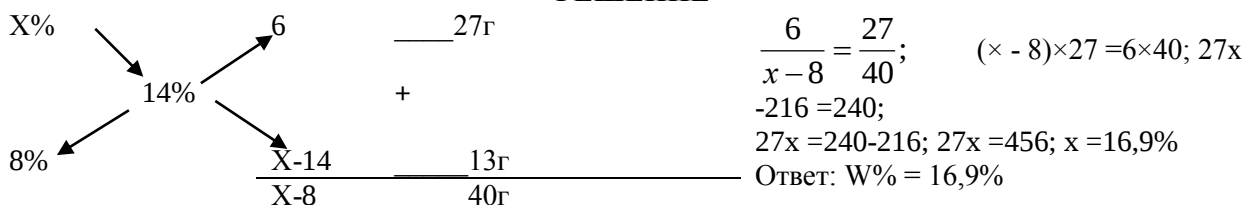
3 Способ

Дано:

m(p-ра1) 13г-----8%
 m(p-ра2) 40-13-----x%
 m(p-ра3) 40г-----14%

Предполагаем значение X
 $14 < x > 8$

РЕШЕНИЕ

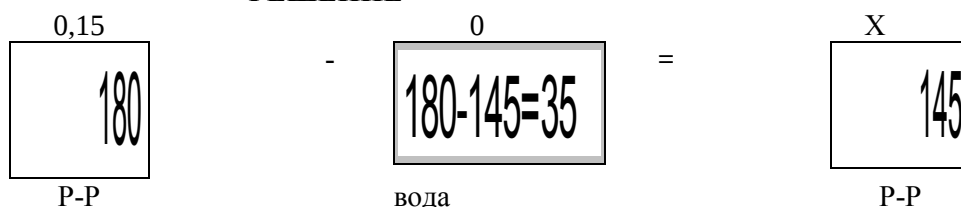


в) На упаривание

Задача №1. 180г 15%-ного раствора хлорида бария выпарили до массы раствора 145г. Какова стала процентная концентрация раствора?

1 Способ

РЕШЕНИЕ



$180 \times 0,15 - (35 \times 0) = 145 \times x$; $27 = 145x$; $x = 0,186$ или 18,6%; Ответ: W% = 18,6%

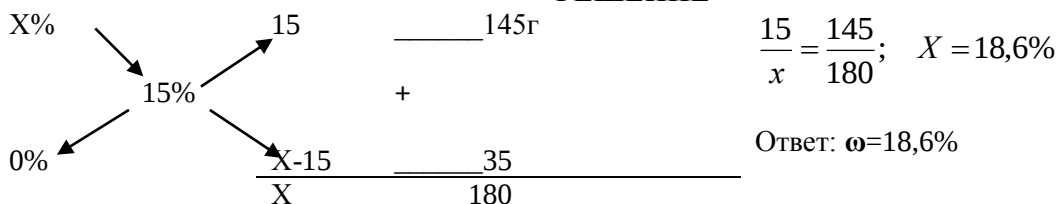
2 способ

Дано:

m(p-ра1) 180г----15%
 m(воды) 180-145г---0%
 m(p-ра3) 145г-----x

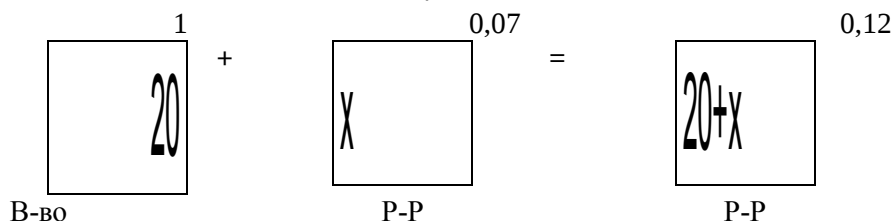
Предполагаем значение X
 $15 < x > 0$

РЕШЕНИЕ



г) Действия с одним известным раствором

Задача №1. Определить массу 10% раствора карбоната натрия, который нужно добавить к 1020г 2%-ного раствора, чтобы получить 3%-ный раствор.



$$20 + 0,07X = (20+X) \times 0,12X; X = 352\text{г}$$

3 Способ

Дано:

m(в-ва) 20г-----100%

m(р-ра) Xг----- 7%

m(р-ра) 20+X-----12%

РЕШЕНИЕ

$$\begin{array}{rcl} 100\% & \searrow & 5 \\ & 12\% & \nearrow \\ 7\% & \swarrow & 88 \\ & 93 & \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{-----} 20\text{г} \\ + \\ \text{-----} X \\ \hline \text{-----} 20+X \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{5}{88} = \frac{20}{x}; \quad X = 352\text{г} \\ \text{Ответ: } 352\text{г} \end{array}$$

Задача №3. Определить массу 20%-ного раствора соли, который нужно добавить к 40г 10%-ного раствора той же соли, чтобы получить 17%-ный раствор.

1 Способ

Дано:

m(р-ра) = 40г

W% = 10%

W% = 20%

W% = 17%

Решение

m(в-ва) = 40 × 0,1 = 4г

m(20%) = X тогда m(в-ва) = X × 0,2

m(17%) = 40 + X тогда m(в-ва) = (40 + X) × 0,17

Σm(в-в) исходного раствора = m(в-в) нового раствора

4 + 0,2X = (40 + X) × 0,17

4 + 0,2X = 6,8 + 0,17X; 0,2X - 0,17X = 6,8 - 4; 0,03X = 2,8; X = 93,3г

Ответ: m 20% = 93,3г

m(20%) = ?

2 Способ

РЕШЕНИЕ.

$$\begin{array}{ccc} 0,1 & & 0,2 \\ \boxed{40} & + & \boxed{X} = \boxed{40+X} \\ \text{P-P} & & \text{P-P} \end{array}$$

$$40 \times 0,1 + 0,2X = (40 + X) \times 0,17; \quad 4 + 0,2X = 6,8 + 0,17X; \quad 0,03X = 2,8; \quad X = 93,3\text{г}$$

3 Способ Дано:

m(р-ра) 40г-----10%

m(р-ра) X -----20%

m(р-ра) 40+X---17%

РЕШЕНИЕ

$$\begin{array}{rcl} 20\% & \searrow & 7 \\ & 17\% & \nearrow \\ 10\% & \swarrow & 3 \\ & 10 & \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{-----} X\text{г} \\ + \\ \text{-----} 40 \\ \hline \text{-----} 40+X \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{7}{3} = \frac{x}{40}; \quad X = 93,3\text{г} \\ \text{Ответ: } 93,3\text{г} \end{array}$$

Задача №4. Рассчитайте массы 10 и 50%-ных растворов гидроксида калия, необходимых для приготовления 400г 25%-ного раствора.

1 Способ

Дано:

m(р-ра) = 400г

W% = 25%

W% = 10%

W% = 50%

m(10%) = ?

m(50%) = ?

РЕШЕНИЕ.

Решение

m(в-ва) = 400 × 0,25 = 100г

m(р-ра 10%) = X тогда m(в-ва) = 0,1X

m(р-ра 50%) = 400 - X тогда m(в-ва) = (400 - X) × 0,5 = 200 - 0,5X

Σвеществ исходных растворов = массе вещества в новом растворе.

0,1X + 200 - 0,5X = 100

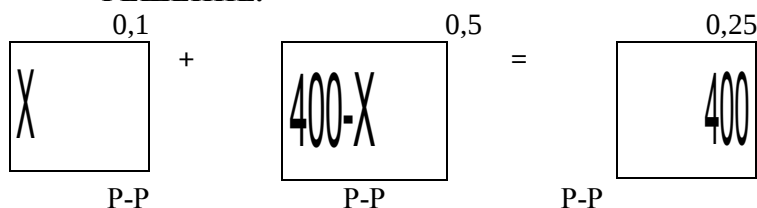
100 = 0,4X; X = 250г (это 10%)

m(20%) = 400 - 250 = 150г

Ответ: m 10% = 250г, m 50% = 150г

2Способ

РЕШЕНИЕ.



$$0,1X + (400-X) \times 0,5 = 400 \times 0,25; 0,1x + 200 - 0,5x = 100; x = 250\text{г}(10\%); 400-250=150(50\%)$$

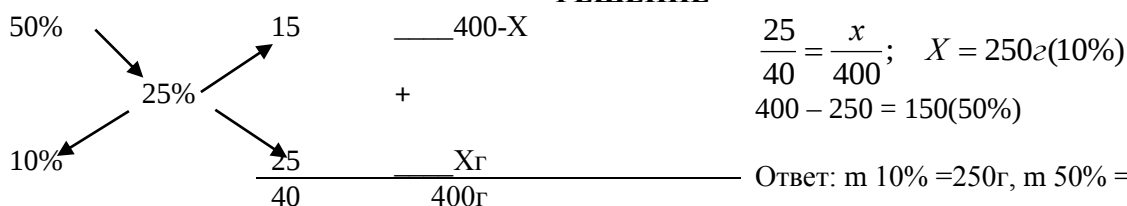
3Способ Дано:

m(p-ра) 400г ---- 25%

m(p-ра) Xг ---- 10%

m(p-ра) 400- X ---- 50%

РЕШЕНИЕ



$$\frac{25}{40} = \frac{x}{400}; X = 250\text{г}(10\%)$$

$$400 - 250 = 150(50\%)$$

Ответ: m 10% = 250г, m 50% = 150г

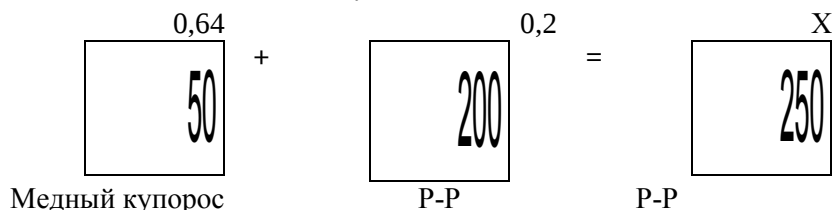
д) Расчёты с использованием кристаллогидратов

Задача №1. К 200г 20%-ного раствора сульфата меди прибавили 50г медного купороса.

Определите массовую долю растворённого вещества полученного раствора.

2Способ

РЕШЕНИЕ.



$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$

$\text{Mr}(\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 90 = 250$

$W\%(\text{CuSO}_4) = 160/250 = 0,64$

$50 \times 0,64 + 200 \times 0,2 = 250X; 32 + 40 = 250X; 72 = 250X; X = 0,288$ или 28,8%

Ответ. $W\%(\text{CuSO}_4) = 28,8\%$

3Способ Дано:

m(крист. гид.) 50г ---- 64%

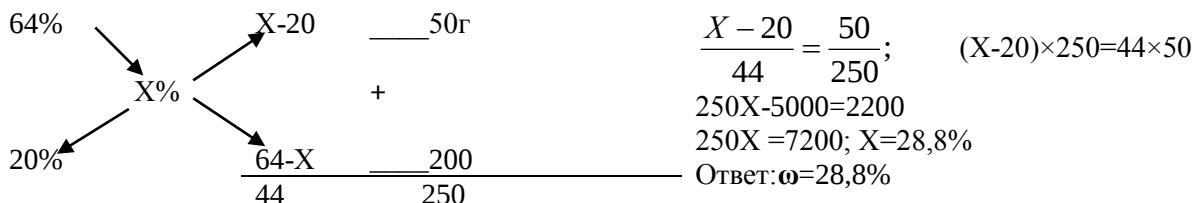
m(p-ра) 200г ---- 20%

m(p-ра) 250г ---- X%

Предполагаем значение X

$64 > X > 20$

РЕШЕНИЕ



$$\frac{X - 20}{44} = \frac{50}{250}; (X - 20) \times 250 = 44 \times 50$$

$$250X - 5000 = 2200$$

$$250X = 7200; X = 28,8\%$$

Ответ: $\omega = 28,8\%$

е) Расчёты с использованием молярной концентрации

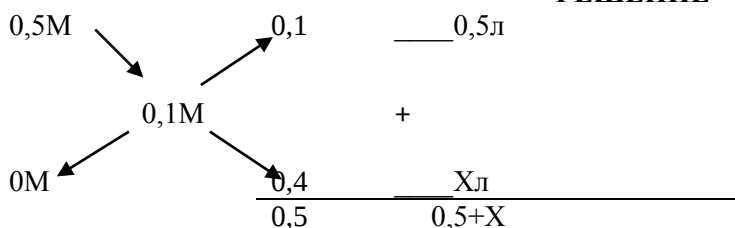
Задача №1. Каким объёмом воды нужно разбавить 500мл 0,5М раствор глюкозы, чтобы получить физиологический 0,1М-ый раствор?

Дано:

V(воды) Xл ---- 0М

V(p-ра) 0,5л ---- 0,5М

$$V(p-pa)0,5+X-----0,1M$$



РЕШЕНИЕ

$$\frac{0,1}{0,4} = \frac{0,5}{x}; \quad X = 2л$$

Ответ: V(воды)= 2л

Или 0,5M/0M также как 0,1M/0,4M; 0,4 больше 0,1 в 4 раза тогда V(H₂O) больше V0,5M раствора тоже в 4 раза отсюда $0,5 \times 4 = 2$

ж) Не стандартные задачи

Задача №1. Смешали два раствора массой 8кг и 2кг, получили 12%-ный раствор. Потом смешали те же растворы одинаковой массы и получили 15%-ный раствор. Рассчитать концентрации исходных растворов.

Составим математическое выражение. Выразим концентрацию через X и Y

$$\begin{cases} 8X + 2Y = 10 \times 0,12(1,2) \\ 8X + 8Y = 16 \times 0,15(2,4) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 8X + 2Y = 10 \times 0,12(1,2) \\ 2X + 2Y = 4 \times 0,15(0,6) \end{cases}$$

$$-6Y = -1,2$$

$$Y = 0,2 \text{ или } 20\%$$

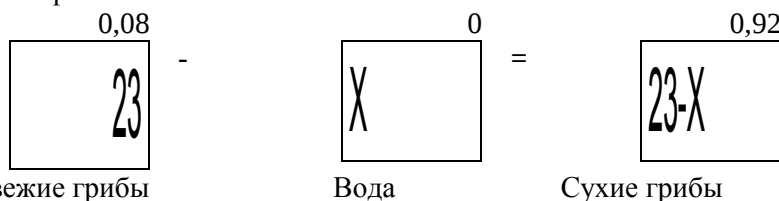
$$6X = 0,6$$

$$X = 0,1 \text{ или } 10\%$$

Задача №2. В свежих грибах 92% воды, а в сухих 8% воды, сколько сухих грибов можно получить из 23кг свежих?

1) W% грибов в свежих грибах $100 - 92\% = 8\%$

2) W% грибов в сухих грибах $100 - 8\% = 92\%$



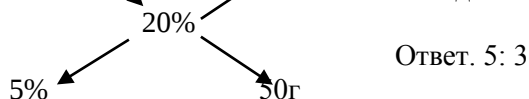
$$23 \times 0,08 - 0 = (23 - X) \times 0,92; \quad 1,84 = 21,16 - 0,92X; \quad 0,92X = 19,32; \quad X = 21 \text{ кг (это вода)}$$

$$\text{Масса сухих грибов} = 23 - 21 = 2 \text{ кг.}$$

Ответ m сухих грибов=2кг

Задача №3. В каком отношении надо смешать 5% и 70%-ные растворы азотной кислоты, чтобы получить 20%-ный раствор?

Надо смешать 5% и 70%-ные растворы азотной кислоты 50/15 или 5/3 тогда получим 20% раствор.



Ответ. 5: 3

з) Расчёты, связанные с растворимостью и кристаллизацией Задача

Задача №1. Массовая доля хлорида меди (2) в насыщенном при $t=20^\circ\text{C}$ растворе этой соли равна 42,7%. Определите коэффициент растворимости хлорида меди(2), при данной t.

Коэффициент растворимости – это растворимость вещества в 100граммах воды, при данной t. Чтобы его рассчитать, надо определить содержание соли и воды в 42,7%-ном растворе.

1.Рассчитаем содержание воды и вещества в растворе.

$$100 - 42,7 = 57,3 \text{ г(воды)}$$

2.Рассчитаем, сколько соли растворяется в 100г воды.

$$\frac{42,7}{57,3} = \frac{x}{100}; \quad x = 74,5 \text{ г}$$

Ответ. коэффициент растворимости=74,5г

Задача №2. Насыщенный при 60°C раствор соли в количестве 20кг был охлаждён снегом, какое количество соли выпало в осадок, если при 60°C растворимость соли составляет 110г, а при 0°C - 13,1г. Рассчитайте выход продукта в процентах.

60°C к.р.-----110г	0°C к.р.-----13,1г
m(р-ра) 20кг=20000г -----	----->↓ ?
1.Приготовим стандартный раствор 100+110=210	4.Рассчитаем массу вещества растворённого в 9523,8г воды при 0°C.
2.Рассчитаем массу вещества в 20000г р-ра $\frac{110}{210} = \frac{x}{20000}$; $x = 10476,2$	$\frac{100}{13,1} = \frac{9523,8}{x}$; $x = 1247,6г$
3.Рассчитаем массу воды 20000 - 10476,2 = 9523,8г	5.Рассчитаем массу осадка 10476,2 – 1247,6 = 9228,6г
	6.Выразим массу ↓ в %-тах $\eta = \frac{9228,6}{10476,2} \times 100\%$; $\eta = 88,1\%$

Ответ. $\eta = 88,1\%$

Задача №3. При перекристаллизации соли, растворимость которой при 100°C = 48,6г, а при 20°C = 16,45г, было получено при охлаждении в интервале указанных температур 0,5кг вещества. Сколько было взято соли и воды для перекристаллизации?

100°C К. Р.-----48,6Г	20°C к.р. -----16,45г
m(в-ва)---?, m(воды)----? -----	----->m↓ 500г
2.Рассчитаем массу вещества $\frac{48,6}{32,15} = \frac{x}{500}$; $x = 755,73$	1.Рассчитаем массу стандартного осадка. $m \downarrow = 48,6 - 16,45 = 32,15г.$
3.Рассчитаем массу воды $\frac{48,6}{100} = \frac{755,83}{x}$; $x = 1555г$	
Ответ m(в-ва)= 755,73г, m(воды)= 1555г.	

Задача №4. Растворимость хлората калия при 70°C = 30,2г, а при 30°C = 10,1г в 100г воды. Сколько граммов вещества выделится из 70г насыщенного при 70°C раствора, если его охладить до 30°C?

70°C к.р.-----30,2г	30°C к.р. -----10,1г
m(р-ра)= 70г -----	----->↓ -?
1.Рассчитаем массу стандартного раствора 100+30,2=132,2г	4.Рассчитаем массу вещества для 53,76г воды при 30°C
2.Рассчитаем массу вещества в 70г раствора $\frac{130}{30,2} = \frac{70}{x}$; ; $x = 16,24г$	$\frac{100}{10,1} = \frac{53,76}{x}$; ; $x = 5,43г$
3.Рассчитаем массу воды 70- 16,24 = 53,76г	5.Рассчитаем массу осадка 16,24 – 5,43 = 10,81г
Или можно массу осадка рассчитать через воду $m \downarrow = 30,2 - 10,1 = 20,1$	
$\frac{30,2(в - ва)}{20,1 \downarrow} = \frac{16,2(в - ва)}{x \downarrow}$; $x = 10,8г$	Ответ m(в-ва)= 10,8г

Задача №5. При н.у. в воде массой 100г растворяется хлороводород объёмом 50,5л. При $t = 50^\circ C$ и нормальном давлении коэффициент растворимости хлороводорода равен 59,6г. Насыщенный при $t = 0^\circ C$ раствор соляной кислоты массой 40г нагрет до $t = 50^\circ C$. Определите массу полученного раствора.

50°C к.р. -----59,6г	0°Cг к.р.-----50,5л
m(р-ра)----?	----- m(р-ра)=40г
5.Рассчитаем массу вещества растворившегося в 22г воды	1.Переведем объём в массу M(HCl)=36,5г/моль
$\frac{100}{59,6} = \frac{22}{x}$; ; $x = 13,1г$	$\frac{36,5г}{22,4л} = \frac{xг}{50,5л}$; ; $x = 82,3г$
6.Рассчитаем массу раствора 22 + 13,1 = 35,1г	2.Рассчитаем массу стандартного раствора 100+82,3=182,3г
	3.Рассчитаем массу воды в 40г раствора $\frac{182,3}{100} = \frac{40}{x}$; ; $x = 22г$
	4.Рассчитаем массу вещества 40 – 22 = 18г
Ответ m(р-ра)= 35,1г	
Или можно через стандартные массы растворов	
1.Рассчитаем стандартные массы растворов 50°C; 100+59,6=159,6г	0°C; 100+82,3=182,3
$\frac{182,3}{40} = \frac{159,6}{x}$; ; $x = 35г$	