

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Архангельской области
«Архангельский политехнический техникум»
(ГАПОУ АО «АПТ»)

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
Приготовление растворов различной
концентрации

Архангельск

2019

Методическое пособие «Приготовление растворов различной концентрации» для обучающихся по профессии 18.01.02 «Лаборант-эколог», входящей в состав укрупнённой группы профессий СПО 18.00.00. «Химические технологии». / Сост. М.В. Машанова. - Архангельск: ГАПОУ АО «Архангельский политехнический техникум», 2019, - 27 с.

Настоящее методическое пособие составлено в соответствии с рабочей программой ПМ 02. «Приготовление проб и растворов различной концентрации» разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее ФГОС) 240100.02 «Лаборант-эколог», утвержденного приказом министерства образования и науки РФ № 916 от 2 августа 2013 г. (с изменениями и дополнениями, приказ № 272 от 25 марта 2015 г.). по профессии 18.01.02 «Лаборант-эколог», входящей в состав укрупнённой группы профессий СПО 18.00.00. «Химические технологии».

Данное методическое пособие предназначено для обучающихся первого и второго курса по профессии 18.01.02 «Лаборант-эколог». Они помогут обучающимся приобрести практические навыки проведения расчетов для приготовления растворов различной концентрации и собственно приготовления растворов заданной концентрации.

Составитель:

Машанова Мария Владимировна-мастер производственного обучения
ГАПОУ АО «Архангельский политехнический техникум».

Рассмотрена и рекомендована на заседании предметно-цикловой комиссии преподавателей математического и общего естественнонаучного цикла.

Протокол заседания ПЦК № 5 от «31» января 2019 г.

Председатель ПЦК: Андреева /Андреева Н.И./

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическое пособие по теме «Приготовление растворов различной концентрации» составлено в соответствии с рабочей программой ПМ 02. «Приготовление проб и растворов различной концентрации».

В методическом пособии даны характеристика и классификация растворов, представлены способы выражения концентрации растворов и их математическое описание.

Практическая часть пособия содержит практические задания по приготовлению растворов различных концентраций, а также решения задач для расчета концентраций растворов и задачи для самостоятельной работы.

Методическое пособие содержит также контролирующий материал и список рекомендованной литературы.

1. Мотивация изучения темы:

В титриметрии в качестве рабочих и установочных веществ применяются растворы точной концентрации, в качестве вспомогательных часто используются растворы неточной концентрации. Умение решения задач по приготовлению растворов необходимо для и проведения контроля.

Ожидаемый результат:

В результате освоения материала темы «Расчеты по приготовлению растворов точной и неточной концентрации» обучающийся должен:

Знать:

- определение понятий: «раствор», «растворитель», «растворенное вещество»;
- сущность процесса растворения;
- классификацию растворов;
- способы выражения состава раствора;
- особенности при приготовлении растворов различных веществ;

Уметь:

- проводить расчеты для приготовления растворов различной концентрации,
- готовить раствор заданной концентрации.

Владеть:

- техникой работы с аналитическими весами, навыками работы с аналитической посудой.

Растворы играют огромную роль в жизни и практической деятельности человека. Все важнейшие биологические системы (цитоплазма, кровь, лимфа, слюна и др.) являются водными растворами солей, белков, углеводов, липидов. Усвоение пищи, транспорт метаболитов, большинство биохимических реакций в живых организмах протекают в растворах.

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РАСТВОРАХ

Растворы — это гомогенные (однородные) смеси, состоящие из двух или более компонентов (составных частей). Отличие раствора от других смесей в том, что молекулы веществ распределяются в нем равномерно и в любом микрообъеме такой смеси состав ее одинаков.



Процесс образования раствора — растворение — заключается в разрушении взаимодействия между молекулами индивидуальных веществ и образовании новых межмолекулярных связей между компонентами раствора. В процессе растворения частицы (ионы или молекулы) растворяемого вещества под действием хаотически движущихся частиц растворителя переходят в раствор, образуя в результате беспорядочного движения частиц качественно новую однородную систему.

Компонентами, составляющими раствор, являются растворитель и растворенные вещества. Растворителем условно принято считать компонент, агрегатное состояние которого не изменяется при образовании раствора, и который содержится в большем количестве.



В зависимости от агрегатного состояния растворителя различают газообразные, жидкие и твердые растворы.

- Газообразные растворы - воздух и другие смеси газов.
- Жидкие растворы делятся на:
 - растворы газообразных веществ в жидкостях – нашатырный спирт,
 - растворы твердых веществ в жидкостях,
 - растворы жидких веществ в жидкостях,
- Твердые растворы – сплавы металлов, стёкла.

Наибольшее значение имеют жидкие смеси, в которых растворителем является жидкость. В зависимости от используемого растворителя растворы классифицируют:

- водные растворы,
- неводные растворы: на летучем растворителе и на нелетучем растворителе.

В зависимости от размера частиц распределенного вещества различают истинные, коллоидные и грубодисперсные растворы.

Некоторые характеристики растворов и суспензий

Истинный раствор	Коллоидный раствор	Суспензия
Молекулярно-дисперсная система Размер частиц $< 1 \cdot 10^{-9}$ м Частицы нельзя обнаружить оптическими методами	Коллоидно-дисперсная система Размер частиц $1 \cdot 10^{-9} - 5 \cdot 10^{-7}$ м Частицы можно обнаружить с помощью ультрамикроскопа	Грубодисперсная система Размер частиц $> 5 \cdot 10^{-7}$ м Частицы можно обнаружить визуально или с помощью микроскопа
Частицы проходят через бумажный фильтр		Частицы задерживаются бумажным фильтром

По концентрации растворенного вещества растворы делятся на:

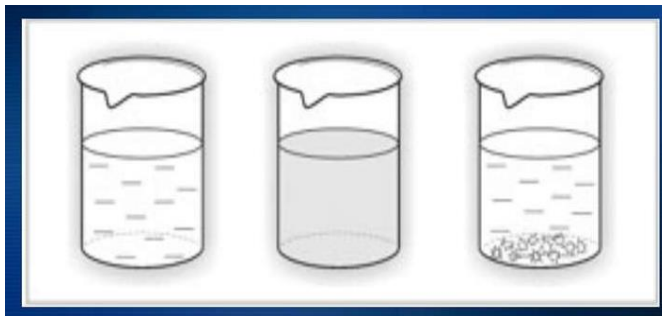
1. Насыщенные – на 100 г растворителя приходится масса

растворенного вещества, равная его растворимости.

2. Ненасыщенные - на 100 г растворителя приходится растворенного вещества меньше, чем его растворимость

3. Пересыщенные - на 100 г растворителя приходится растворенного вещества больше, чем его растворимость.

По относительным количествам растворенного вещества и растворителя растворы подразделяют на разбавленные и концентрированные.



СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ

Концентрацией называется величина, показывающая сколько растворенного вещества (в граммах, молях,, моль-эквивалентах) содержится в определенном количестве раствора (литре, миллилитре, граммах) или растворено в определенном количестве растворителя (килограмме).

Существует много способов выражения концентрации растворов.

1. Массовая доля (также называют процентной концентрацией)

Массовая доля — отношение массы растворённого вещества к массе раствора. Массовая доля измеряется в долях единицы.

$$\omega = \frac{m_{\text{растворенного вещества}}}{m_{\text{раствора}}}$$

2. Объёмная доля

Объёмная доля — отношение объёма растворённого вещества к объёму раствора. Объёмная доля измеряется в долях единицы или в процентах.

$$\varphi = \frac{V_{\text{растворенного вещества}}}{V_{\text{раствора}}}$$

3. Молярность (молярная объёмная концентрация)

Молярная концентрация — количество растворённого вещества (число молей) в единице объёма раствора. Молярная концентрация в системе СИ измеряется в моль/м³, однако на практике её гораздо чаще выражают в моль/л или ммоль/л. Также распространено выражение в «молярности».

$$C_m = \frac{\nu}{V}$$

где: ν — количество растворённого вещества, моль; V — общий объём раствора, л.

4. Нормальная концентрация (мольная концентрация эквивалента)

Нормальная концентрация — количество эквивалентов данного вещества в 1 литре раствора. Нормальную концентрацию выражают в моль-экв/л или г-экв/л (имеется в виду моль эквивалентов). Для записи концентрации таких растворов используют сокращения «н» или «N». Например, раствор содержащий 0,1 моль-экв/л, называют децинормальным и записывают как **0,1 н**.

$$N = \frac{n}{V} = \frac{m}{\mathcal{E} \cdot V}$$

где n – число эквивалентов растворенного вещества, г/экв.; m – масса растворенного вещества, г; \mathcal{E} – Эквивалентная масса растворенного вещества, г/экв; V – объем раствора, л.

Массу 1 моля эквивалентов называют эквивалентной массой. Исходя из понятия моля эквивалентов для расчета молярной массы эквивалентов вещества можно использовать формулы:

$$\text{для простого вещества: } \mathcal{E} = \frac{M_A}{B}$$

где M_A – атомная масса элемента, B – валентность элемента или функциональной группы

$$\text{для сложного вещества: } \mathcal{E} = \frac{M}{z}$$

где M – молярная масса вещества; z – для кислот – основность кислоты, для оснований – заряд металла, для соли произведение заряда металла и количество ионов металла.

5. Титр раствора

Титр раствора — масса растворённого вещества в 1 мл раствора.

$$T = \frac{m_{\text{растворенного вещества}}}{V_{\text{раствора}}}$$

В аналитической химии обычно концентрацию титранта пересчитывают применительно к конкретной реакции титрования таким образом, чтобы объём использованного титранта непосредственного показывал массу определяемого вещества; то есть титр раствора показывает, какой массе определяемого вещества (в граммах) соответствует 1 мл титрованного раствора.

ФОРМУЛЫ ПЕРЕХОДА ОТ ОДНИХ ВЫРАЖЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ К ДРУГИМ

При пересчете процентной концентрации в молярную и наоборот, необходимо помнить, что процентная концентрация рассчитывается на определенную массу раствора, а молярная и нормальная - на объем, поэтому для пересчета необходимо знать плотность раствора.

От массовой доли к молярности:

$$C_m = \frac{\rho \cdot \omega}{M \cdot 100\%}$$

где: ρ — плотность раствора, г/л; ω — массовая доля растворенного вещества в %; M — молярная масса растворенного вещества, г/моль.

От массовой доли к нормальности:

$$N = \frac{\rho \cdot \omega}{\mathcal{E} \cdot 100\%}$$

где: \mathcal{E} — эквивалентная масса растворенного вещества, г/моль·эquiv.

От молярности к нормальности:

$$N = C_m \cdot z$$

где: C_m — молярность, моль/л; z — для кислот — основность кислоты, для оснований — заряд металла, для соли произведение заряда металла и количество ионов металла.

От массовой доли к титру:

$$T = \frac{\rho \cdot \omega}{1000 \cdot 100\%}$$

От молярности к титру:

$$T = \frac{M \cdot C_m}{1000}$$

где: C_m — молярность, моль/л; M — молярная масса растворенного вещества, г/моль.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ТОЧНОЙ И НЕТОЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ



По точности выражения концентрации растворы делят на неточные и точные.

1. К растворам неточной концентрации относят растворы, концентрация которых выражена в процентах.

Перед приготовлением раствора неточной концентрации необходимо произвести расчет количества растворяемого вещества и количества растворителя. При этом количество растворяемого вещества рассчитывают с точностью до десятых долей, значения молекулярных масс берут округленно до целых чисел, а при расчете количества жидкости доли миллилитра не учитывают. При приготовлении любого раствора неточной концентрации навеску растворяемого вещества взвешивают на технических весах, а жидкость отмеряют цилиндром.

Пример №1: *Вычислить массу соли и воды, необходимые для приготовления 40 г раствора NaCl с массовой долей 5%. Приготовьте раствор.*

Расчеты:

1. Рассчитайте массу растворенного вещества по формуле:

$$\omega = \frac{m_{\text{растворенного вещества}}}{m_{\text{раствора}}} \cdot 100\%$$

$$m_{\text{NaCl}} = \frac{5 \cdot 40}{100} = 2 \text{ г}$$

2. Найдите массу воды по разности между массой раствора и

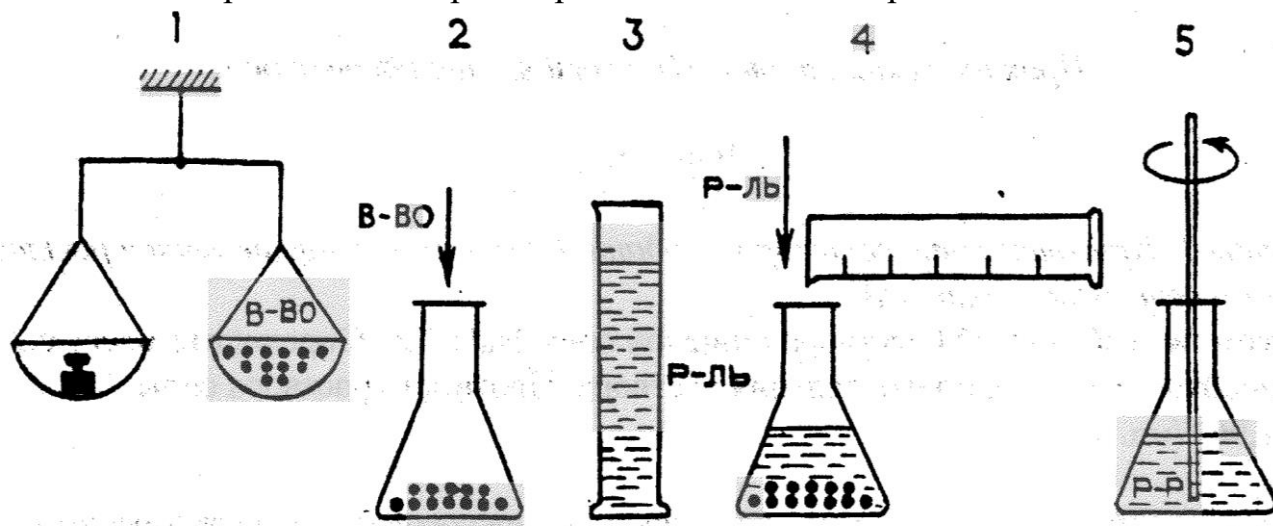
массой растворенного вещества:

$$m_{\text{растворителя}} = m_{\text{раствора}} - m_{\text{вещества}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 40\text{г} - 2\text{г} = 38\text{ г.}$$

Ответ: для приготовления раствора необходимо взять 2г соли и 38г воды.

Схема приготовления раствора неточной концентрации:



2. Концентрацию точных растворов выражают в виде молярной или нормальной концентрации или титром. Эти растворы обычно употребляются при аналитических работах; в физико-химических и биохимических исследованиях их применяют нечасто.

Навески для приготовления точных растворов рассчитывают с точностью до четвертого десятичного знака, а точность молекулярных масс соответствует той точности, с которой они приведены в справочных таблицах. Навеску берут на аналитических весах; раствор готовят в мерной колбе, т. е. количество растворителя не рассчитывают. Приготовленные растворы не следует хранить в мерных колбах, их переливают в бутылки с хорошо подобранной пробкой. Если точный раствор нужно перелить в бутылку или в другую колбу, то поступают следующим образом. Бутылку или колбу, в которую будут переливать раствор, тщательно моют, ополаскивают несколько раз дистиллированной водой и дают постоять в перевернутом виде, чтобы вода стекла, или сушат. Ополаскивают бутылку 2-3 раза небольшими порциями того раствора, который собираются переливать, а затем переливают сам раствор. Каждый точный раствор имеет свой предельный срок хранения.

Пример №2. Требуется приготовить 2 л 0,5 М раствора Na_2CO_3 . Рассчитайте количество соли, необходимые для приготовления раствора. Приготовьте раствор.

Расчеты: молярная масса Na_2CO_3 равна 106.

1 л 1М раствора Na_2CO_3 содержит 106 г Na_2CO_3
 1 л одномолярного раствора соли содержит - 106 г $x =$
 $\frac{2 \cdot 106}{1} = 212 \text{ г}$

2 л одномолярного раствора соли содержит - x г

Следовательно, 2 л 1М раствора Na_2CO_3 содержит 212 г Na_2CO_3

Два литра 1М раствора соли содержит -212 г $x = \frac{0,5 \cdot 212}{1} =$

106 г

Два литра 0,5 М раствора соли содержит - x г

Следовательно для приготовления 2 л 0,5М раствора Na_2CO_3 необходимо взять 106 г Na_2CO_3 и приготовить раствор в мерной колбе вместимостью 2 л.

Пример 2. Требуется приготовить 500 мл 0,1 н. раствора Na_2SO_4 . Рассчитайте необходимое количество соли и приготовьте раствор.

1000 мл – 0,1 эквивалента $x = \frac{500 \cdot 0,1}{1000} =$

0,05 эквивалентов

500 мл – X эквивалентов

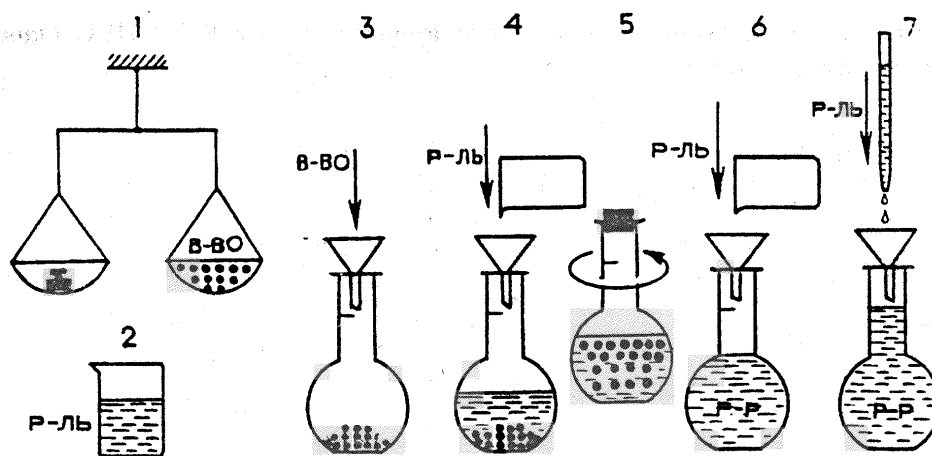
Подсчитывают эквивалентную массу соли:

$\mathcal{E}_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = M:2 = 142,04:2 = 71,02 \text{ г/экв.}$

$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,05 \text{ эквивалентов} \cdot 71,02 = 3,551 \text{ г}$

Для приготовления требуемого раствора необходимо взять 3,551 г Na_2SO_4 и приготовить раствор в мерной колбе вместимостью 500 мл.

Схема приготовления растворов точной концентрации



ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Приготовьте раствор заданной процентной концентрации

№ варианта	Название соли	Массовая доля соли, %	Объем раствора, мл
1	Хлорид натрия	8	50
2	Хлорид калия	8	40
3	Сульфат натрия	8	30
4	Хлорид натрия	10	45
5	Хлорид калия	10	55
6	Сульфат натрия	10	35
7	Хлорид натрия	6	60
8	Хлорид калия	6	57
9	Сульфат натрия	6	47
10	Хлорид натрия	5	33
11	Хлорид калия	5	37
12	Сульфат натрия	5	38

2. Приготовьте раствор заданной молярной концентрации

№ варианта	Название соли	Молярная концентрация	Объем раствора, мл
1	Хлорид натрия	0,1	50
2	Хлорид калия	0,1	40
3	Сульфат натрия	0,1	30
4	Хлорид натрия	0,25	45
5	Хлорид калия	0,25	55
6	Сульфат натрия	0,25	35
7	Хлорид	0,5	60

	натрия		
8	Хлорид калия	0,5	57
9	Сульфат натрия	0,5	47
10	Хлорид натрия	0,2	33
11	Хлорид калия	0,2	37
12	Сульфат натрия	0,2	38

2. Приготовьте раствор заданной нормальности

№ варианта	Название соли	Нормальность	Объем раствора, мл
1	Хлорид натрия	0,1	50
2	Хлорид калия	0,1	50
3	Сульфат натрия	0,1	50
4	Хлорид натрия	0,05	50
5	Хлорид калия	0,05	50
6	Сульфат натрия	0,05	50
7	Хлорид натрия	0,5	50
8	Хлорид калия	0,5	50
9	Сульфат натрия	0,5	50
10	Хлорид натрия	0,2	50
11	Хлорид калия	0,2	50
12	Сульфат натрия	0,2	50

РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ РАСТВОРОВ ТОЧНОЙ И НЕТОЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

1. Решение задач по приготовлению растворов неточной концентрации

- Алгоритм нахождения массовой доли растворенного вещества при разбавлении (упаривании) раствора

Задача: к 15% раствору хлорида калия, масса которого 80г, добавили 30г воды. Какой стала массовая доля растворённого вещества в полученном растворе?

Дано: $m_{\text{раствора1}}=80$ г			
$\omega=15\%$		$m_{\text{KCl}} = \frac{\omega \cdot m_{\text{раствора}}}{100} = \frac{15 \cdot 80}{100} = 12$ г	Н айдем массу
$M_{\text{воды}}=30$ г			
$\omega_2=?\%$		хлорида калия	

При разбавлении раствора общая масса его увеличивается (при упаривании - уменьшается). Найдем массу вновь полученного раствора:

$$m_{\text{раствора2}}=m_{\text{раствора1}}+m_{\text{воды}}$$

$$m_{\text{раствора2}}=80+30=110 \text{ г}$$

3. Рассчитаем массовую долю хлорида калия в новом растворе:

$$\omega_2 = \frac{m_{\text{KCl}}}{m_{\text{раствора 2}}} \cdot 100\% = \frac{12}{110} \cdot 100\% = 10,9\%$$

Ответ: массовая доля хлорида калия в растворе при разбавлении равна 10,9%

- Алгоритм решения задач на приготовление раствора из кристаллогидрата

Задача: определить массу кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и воды, которые необходимо взять для приготовления раствора массой 540 г. с массовой долей карбоната натрия 15%.

Дано: $m_{\text{раствора}}=540$ г			
$\omega=15\%$		Найдем массу карбоната натрия, содержащегося в 540 г. раствора	
$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}}=?$ г		$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{\omega \cdot m}{100} = \frac{15 \cdot 540}{100} = 81$ г	
$V_{\text{H}_2\text{O}}=?$ мл		Сделаем перерасчет рассчитанной массы на	

кристаллогидрат: для этого
рассчитаем

молярные массы Na_2CO_3 и $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г/моль}$$

Отсюда по формуле $m=n \cdot M$ найдем массы Na_2CO_3 и $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, приняв количество вещества n равным 1 моль

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г.}$$

3. Вычислим массу кристаллогидрата, составив отношение:

в 286 г. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ содержится 106 г. Na_2CO_3 ,

а в x г. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ----- 81 г. Na_2CO_3

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = \frac{286 \cdot 81}{106} = 219 \text{ г}$$

Найдем массу воды, необходимую для приготовления раствора:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{раствора}} - m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 540 - 219 = 321 \text{ г}$$

Рассчитаем объем воды:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{321}{1} = 321 \text{ мл}$$

Ответ: для приготовления раствора потребуется 219 г. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и 321 мл воды

- алгоритм решения задач на расчет концентрации кислот

Задача: какой объем кислоты и воды нужно взять для приготовления 500 г 10% раствора хлороводородной кислоты, исходя из имеющейся 38% кислоты плотностью 1,19?

Дано: $m_{\text{раствора}} = 500 \text{ г}$

$\omega = 10\%$

$\omega_{\text{кислоты}} = 38\%$

$\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$

$V_{\text{кислоты}} = ? \text{ мл}$

$V_{\text{H}_2\text{O}} = ? \text{ мл}$

Найдем массу концентрированной кислоты:

$$m_{\text{кислотыК}} = \frac{\omega \cdot m_{\text{раствора}}}{100} = \frac{10 \cdot 500}{100} = 50 \text{ г}$$

Сделаем перерасчет кислоту:

$$m_{38\% \text{ HCl}} = \frac{100 \cdot 50}{38} = 131,6 \text{ г}$$

Найдем объем кислоты, исходя из плотности:

$$V_{38\% \text{ HCl}} = \frac{m_{38\% \text{ HCl}}}{\rho_{38\% \text{ HCl}}} = \frac{131,6}{1,19} = 110 \text{ мл}$$

Найдем массу воды, необходимую для приготовления раствора:

$$m_{H_2O} = m_{\text{раствора}} - m_{38\% \text{кислоты}} = 500 - 131,6 = 368,4 \text{ г}$$

Рассчитаем объем воды:

$$V_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{368,4}{1} = 369 \text{ мл}$$

Ответ: для приготовления раствора потребуется 110 мл 38% хлороводородной кислоты и 369 мл воды.

- алгоритм решения задач по «правилу креста»

Задача для обработки рук хирурга, ран, послеоперационного поля используется йодная настойка с массовой долей 5%. В каком массовом соотношении нужно смешать растворы с массовыми долями йода 2,5% и 30%, чтобы получить 330 мл йодной настойки с массовой долей йода 5%?

Дано: $\omega_{\text{исх1}} = 2,5\%$

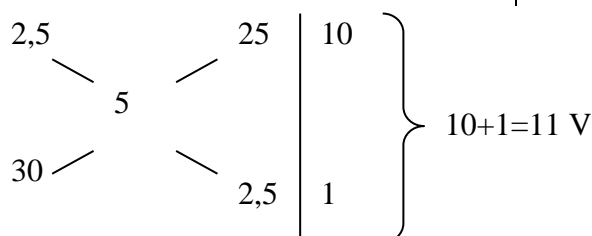
$\omega_{\text{исх2}} = 30\%$

$\omega = 5\%$

$V_{\text{раствора}} = 330 \text{ мл}$

$V_{\text{исх.раствора1}} = ? \text{ мл}$

$V_{\text{исх.раствора2}} = ? \text{ мл}$



$$11V = 330 \text{ г мл}$$

$$1V = x \text{ мл}$$

$$x = 30 \text{ мл}$$

Определим объем 30% и 2,5% раствора

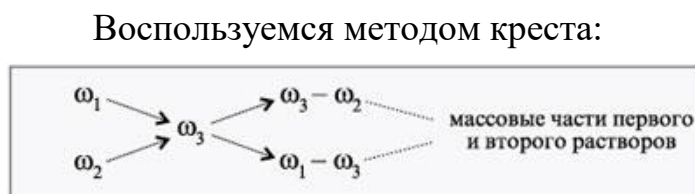
$$2,5\% - 10 \cdot x = 10 \cdot 30 = 300 \text{ мл}$$

$$30\% - 1 \cdot x = 1 \cdot 30 = 30 \text{ мл}$$

Ответ: для приготовления 330 мл раствора с массовой долей йода 5% необходимо смешать 300 мл раствора с массовой долей 2,5% и 30 мл с массовой долей 30%.

2. Решение задач по приготовлению растворов точной концентрации

- алгоритм решения задач на определение молярной концентрации



Найдем сколько раствора в мл приходится на одну долю объема, если объем всего раствора составляет 330 мл:

раствора

Задача: Определите молярную концентрацию раствора NaOH, если в 200 мл раствора содержится 1,6 г натрия хлорида.

Д а н о:

$V(\text{р-ра})=200\text{мл}$ или 0,2 л

$m(\text{NaCl})=1,6\text{ г}$

$C_M=?$

Молярная масса NaOH равна 40 г/моль.

Определим количество молей NaOH, содержащихся в 200 мл раствора
 $\nu = M \cdot m = 1,6 \cdot 40 = 0,04$ моля.

Исходя из определения молярной концентрации, найдем количество молей NaOH, содержащихся в 1 л раствора:

$$C_M = \frac{\nu}{V} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2 \text{ моль/л}$$

Ответ: Молярная концентрация раствора равна 0,2 моль/л.

- алгоритм решения задач на определение нормальной концентрации раствора

Задача: Какова нормальность раствора хлорида железа (III), в 0,3 л которого содержится 32,44 г соли?

Д а н о:

$V(\text{р-ра})=0,3\text{ л}$

$m(\text{FeCl}_3)=32,44\text{ г}$

$N=?$

Молярная масса хлорида железа равна 162,5 г/моль.

Эквивалентная масса

$$\mathcal{E} = \frac{M}{3} = \frac{162,5}{3} = 54,1 \text{ г/моль} \cdot \text{эkv}$$

Определим количество моль-эквивалентов (эквивалентов) хлорида железа (III),

содержащихся в 0,3 л раствора

$$\nu = \frac{m}{\mathcal{E}} = \frac{32,44}{54,1} = 0,6 \text{ моль} \cdot \text{эkv}$$

Нормальность определяется количеством моль-эквивалентов растворенного вещества в 1 л раствора. Следовательно, 0,3 л содержит 0,6 моль-эквивалента
1 л содержит x моль-эквивалентов

$$x = \frac{1 \cdot 0,6}{0,3} = 2 \text{ моль} \cdot \text{экв или } 2\text{н раствор.}$$

Ответ: Нормальность раствора равна 2н.

- алгоритм решения задач с переходом от одних выражений концентраций растворов к другим

Задача: Какова массовая доля (%) пероксида водорода в растворе, применяемом наружно как кровоостанавливающее и дезинфицирующее средство, если молярная концентрация этого раствора составляет 0,89 моль/дм³, плотность раствора 1 г/см³?

$$C(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,89 \text{ моль/дм}^3$$

$$\rho_p(\text{H}_2\text{O}_2) = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}_2) = ?$$

1. Найти массу 1 дм³ раствора:

$$m_p = V_p \cdot \rho_p = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ г}$$

2. Определить молярную массу

пероксида водорода:

$$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ г/моль}$$

. Найти массу H₂O₂

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = C(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot M(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot V_p = 0,89 \cdot 34 \cdot 1 = 30,26 \text{ г}$$

3. Найти массовую долю (%) пероксида водорода в растворе:

$$\omega(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}_2}}{m_{\text{раствора}}} \cdot 100\% = \frac{30,26}{1000} \cdot 100\% = 3,03\%$$

Ответ: Массовая доля раствора пероксида водорода равна 3,03 %.

РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ

➤ на массовую долю

1. Выразить в процентах концентрацию раствора, содержащего в 250 г воды 50 г глюкозы (Ответ: 16,67%).
2. Вычислить процентное содержание растворенных веществ в растворах, содержащих а) 60 г AgNO_3 в 750 г воды; б) 15 г NaCl в 450 г воды; в) 75 г K_2CO_3 в 300 г воды (Ответ: а) 7,41 %, б) 3,23%, в) 20 %).
3. Сколько граммов растворенного вещества и сколько граммов воды содержится а) в 205 г 8 %-раствора K_2CO_3 ; б) в 400 г 12 %- раствора H_2SO_4 ; в) в 750 г 15 %-раствора HCl (Ответ: а) 16,4 г K_2CO_3 и 188,6 мл H_2O б) 48 г H_2SO_4 и 352 мл H_2O в) 112,5 г HCl и 637,5 мл H_2O).
4. Рассчитайте массу веществ, необходимых для приготовления 280 г 5% раствора хлорида натрия. (Ответ: 14 г NaCl и 266 мл H_2O)
5. Рассчитайте массу веществ, необходимых для приготовления 8% раствора массой 200 г. (Ответ: 16 г соли и 184 мл H_2O)
6. Сколько граммов растворенного веществами растворителя содержится в 50 г 3 %-раствора ? (Ответ: 48,5 г растворителя)
7. Сколько хлорида железа (III) содержится в 20 мл 4 %-раствора, плотность которого 1,133 г/мл? (Ответ: 0,9064 г FeCl_3)
8. Сколько воды и хлористого калия нужно взять, чтобы приготовить 500 мл 20 %- раствора, плотность которого 1,133 г/см³? (Ответ: 113,3 г KCl)
9. Какую массу KCl следует растворить в 100 г воды для получения 5 %- раствора? (Ответ: 5,26 г KCl)
10. Сколько граммов Na_2SO_4 следует растворить в 400 г воды для получения 8 %- раствора? (Ответ: 34,78 г Na_2SO_4)
11. Какой объем воды надо прилить к 8 г соли, чтобы получить 2 %-ный раствор? (Ответ: 392 мл H_2O)
12. Какую массу соли надо добавить к 200 мл воды, чтобы получить 3 %-ный раствор? (Ответ: 6,2 г соли)
13. К 150 г 20 %-ного раствора соляной кислоты прилили 200 мл воды. Каково процентное содержание соляной кислоты во вновь полученном растворе? (Ответ: 8,6 %).;
14. К 200 г 40 %-ного раствора серной кислоты прилили 80 мл воды. Каково процентное содержание серной кислоты во вновь полученном растворе? (Ответ: 28,6 %).;
15. К 90 г 6 %-ного раствора поваренной соли прилили 200 мл воды. Каково процентное содержание поваренной соли во вновь полученном растворе? (Ответ: 1,86 %).;

16. К 140 г 15 %-ного раствора сахара долили 160 мл воды. Каково процентное содержание сахара во вновь полученном растворе? (Ответ: 7 %).;

17. К 200 г 40 %-ного раствора уксусной кислоты долили 300 мл воды. Каково процентное содержание уксусной кислоты во вновь полученном растворе? (Ответ: 16 %).;

18. К 80 г 30 %-ного раствора щелочи долили 420 мл воды. Каково процентное содержание щелочи во вновь полученном растворе? (Ответ: 4,8 %).;

19. К 120 г 1 %-ного раствора сахара прибавили 4 г сахара. Каково процентное содержание сахара во вновь полученном растворе? (Ответ: 4,3 %).

➤ на кристаллогидраты

1. В 200 воды растворено 25 г. медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Какова концентрация сульфата меди (II) в полученном растворе? (Ответ: 7,1%)

2. Сколько глауберовой соли ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и воды необходимо взять, чтобы приготовить 710 г 10 % раствора сульфата натрия (Na_2SO_4)?

3. Определите массовую долю сульфата железа (II) в растворе, полученном при растворении 55,6 г семиводного кристаллогидрата в 344,4 г воды.

4. Определите количество кристаллогидрата $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, которое нужно растворить в 159,4 г воды, чтобы получить 10%-ный раствор хлорида магния.

5. В какой массе воды следует растворить 100 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ для получения раствора, содержащего 4 % безводной соли?

6. В 450 г воды растворили 100 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Вычислить процентное содержание кристаллогидрата.

7. В 250 г воды растворено 50 г кристаллогидрата $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Вычислить процентное содержание в растворе кристаллогидрата и безводного FeSO_4 .

8. В каком количестве вещества воды следует растворить 100 г декагидрата карбоната натрия для получения раствора с массовой долей соли, равной 10%?

9. В 225 г 25,5%-го раствора бромиды кальция растворили гексагидрат бромиды кальция массой 50 г. Вычислите массовые доли веществ в получившемся растворе.

10. К 500 г раствора хлорида меди, содержащего 15 мас.% SiCl_2 , добавили 153,4 г кристаллогидрата этой соли. Концентрация SiCl_2 в

полученном растворе стала равной 30 мас.%. Установите формулу кристаллогидрата.

11. К раствору ацетата свинца, содержащему 15% $Pb(CH_3COO)_2$, добавили 20 г кристаллогидрата этой соли. Полученный раствор имеет массу 150 г и содержание ацетата свинца 24,43 мас.%. Установите формулу кристаллогидрата.

12. К раствору хлорида марганца, содержащему 20% $MnCl_2$, добавили 41,3 г кристаллогидрата этой соли. Полученный раствор имеет массу 180 г и содержание хлорида марганца, равное 30 мас.%. Установите формулу кристаллогидрата.

13. Сколько необходимо соли и воды, чтобы приготовить 100 г 5 %-ного раствора $MgSO_4$ из кристаллогидрата $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. (Ответ: 7,1%)

➤ метод креста

1. Сколько 12%-ного и 6%-ного растворов серной кислоты потребуется для приготовления 600 г. 8%-ного раствора? (Ответ: 200 г 12%-ного и 400 г 6%-ного раствора)

2. При ожоге кожи кислотой, для нейтрализации применяют 3%-ный раствор гидрокарбоната натрия. Сколько граммов раствора, содержащего 25 % этой соли и воды понадобится для приготовления 100 г. 3%-ного раствора (Ответ: 88 г 25%-ного раствора и 12 г воды) .

3. Для нейтрализации щелочи, попавшей в глаза, применяют 2%-ный раствор борной кислоты. Сколько граммов раствора, содержащего 5% этой кислоты, понадобится для приготовления 500 г. 2%-ного раствора? (Ответ: 300 г 5%-ного раствора кислоты и 200 г воды) .

4. Формалин – это 40% раствор формальдегида. Сколько граммов 65%-ного раствора формальдегида и воды нужно взять для приготовления 500 г. формалина (Ответ: 192,3 г 65%-ного раствора формальдегида и 307,7 г воды) .

5. Какую массу воды надо прибавить к 200 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho=1,33\text{г/мл}$) для получения 10 % - ного раствора щелочи? (Ответ: 532 г)

6. Сколько миллилитров 10 %- раствора карбоната натрия плотность которого 1,105г/мл, надо прибавить к 1 л 2 %-раствора, плотность которого 1,020 г/мл, чтобы получить 3 %- раствор? (Ответ: 131,87 мл)

7. Сколько воды надо прибавить к 25,0 мл 40 %-раствора гидроксида калия, плотность которого 1,41 г/мл, чтобы получить 2 % - раствор? (Ответ: 669,75 мл)

8. Какую массу 20 % -раствора KOH надо прибавить к 1 кг 50 %-

раствора, чтобы получить 25 % - раствор? (Ответ: 5 кг)

9. До какого объема надо разбавить 500 мл 20 % -раствора NaCl, плотность которого 1,152 г/мл, чтобы получить 4,5 % -раствор, плотность которого 1,029 г/мл. (Ответ: 2487,85 мл)

10. Сколько граммов 30 % раствора NaCl надо прибавить к 300 г воды, чтобы получить 10 % -раствор соли? (Ответ: 150 г)

➤ на молярную и нормальную концентрации

1. Сколько миллилитров воды потребуется для приготовления 3 М раствора из 20 г K_2SO_4 ? Чему будет равна нормальность этого раствора? Плотность раствора 1.15 г/см³

2. В 5 л воды растворили 105 литров аммиака (объем измерен при нормальных условиях). Рассчитать молярную концентрацию полученного раствора, если его плотность равна 0.95 г/мл.

3. Сколько граммов нитрата натрия находится в 400 мл 1 М раствора нитрата натрия.

4. Какова молярность раствора карбоната натрия (Na_2CO_3) с массовой долей карбоната натрия (Na_2CO_3) 10,0 % (плотность раствора $\rho=1,105$ г/мл).

5. Раствор объемом 500 мл содержит NaOH массой 5 г. Определите молярную концентрацию этого раствора.

6. Определите молярность и нормальность раствора хлорида алюминия, содержащего в 1 литре 13,35 грамм хлорида алюминия.

7. Какой объем 96-процентного раствора серной кислоты (H_2SO_4) плотностью 1,84 г/мл потребуется для приготовления 3 литров раствора с концентрацией 2 моль/л?

8. Вычислите молярную концентрацию хлорида железа (III) в растворе, полученном при растворении 40 г $FeCl_3$ в 200 мл воды. Плотность раствора 1,182 г/мл.

9. Сколько граммов $CuSO_4$ содержится в 10 мл 0,2 М раствора ? Какова нормальность этого раствора?

10. Сколько граммов $BaCl_2$ содержится в 25 мл 0,5 М раствора?

11. Вычислить молярную и нормальную концентрации раствора сульфата калия, в 20 мл которого содержится 1,74 г растворенного вещества.

12. Сколько фосфата натрия надо взять, чтобы приготовить 2,0 л 0,5 Н раствора по отношению к реакциям полного обмена? Какова молярность раствора ?

13. Сколько граммов Na_2CO_3 содержится в 1 мл 0,16 Н раствора, если его нормальность вычислена по реакции взаимодействия соли с сильной кислотой с образованием H_2CO_3 ?

14. Чему равна нормальность 3 М раствора FeCl_3 ?
15. Сколько миллилитров воды потребуется для приготовления 3 М раствора из 20 г K_2SO_4 ? Чему будет равна нормальность этого раствора? Плотность раствора 1.15 г/см^3 .
16. Какой объем 5 М раствора можно получить из 3 молей NaCl ?
17. В каком объеме 0,1 Н раствора содержится в 8 г CuSO_4 ?
18. Сколько граммов Na_2CO_3 содержится в 500 мл 0,25 Н раствора?
19. Раствор H_2SO_4 содержит 49 г H_2SO_4 в 1 литре. Рассчитать молярность и нормальность этого раствора, если известно, что H_2SO_4 при взаимодействии с NaOH образует Na_2SO_4 .
20. Рассчитать массы воды и $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, необходимые для приготовления 700 см^3 1.41 М раствора CaCl_2 (плотность раствора 1.12 г/мл). Чему равна нормальность раствора?
21. В 5 л воды растворили 105 литров аммиака (объем измерен при нормальных условиях). Рассчитать молярную и нормальную концентрации полученного раствора, если его плотность равна 0.95 г/мл .
22. В 300 см^3 воды растворено 12 л хлороводорода (объем измерен при нормальных условиях). Рассчитать молярную и нормальную концентрации полученного раствора, если его плотность равна 1.15 г/мл .
23. Какой объем 2 М раствора HClO_4 следует добавить к 0.5 кг воды для получения 1.4 М раствора? Чему равна нормальность полученного раствора? Плотности растворов равны соответственно 1.115 и 1.080 г/см^3 .

➤ **на пересчет концентраций в массовую долю и наоборот**

1. Найти нормальность и молярность 15 % - раствора H_2SO_4 ($\rho = 1,1 \text{ г/мл}$).
2. Рассчитать нормальную и молярную концентрацию раствора H_2SO_4 с $\omega = 20 \%$. Плотность раствора $1,15 \text{ г/мл}$.
3. Рассчитать нормальность и молярность раствора с массовой долей $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 20 % и плотностью $1,23 \text{ г/см}^3$.
4. В воде объемом 450 мл растворили 50 г NaOH . Плотность полученного раствора $1,05 \text{ г/мл}$. Рассчитать массовую долю и Сэ раствора.
5. Сколько миллилитров H_3PO_4 с $\omega = 20 \%$ ($\rho = 1,33 \text{ г/мл}$) надо взять для приготовления 0,2 М раствора H_3PO_4 объемом 300 л.
6. В 1 кг H_2O растворено 666 г KOH , плотность раствора $1,395 \text{ г/мл}$. Найти а) процентную концентрацию; б) молярность; в) нормальность полученного раствора.
7. Вычислить молярность 20 % - раствора хлорида цинка, плотность

которого $1,186 \text{ г/см}^3$.

8. Вычислить молярность 10 % - раствора азотной кислоты, плотность которого $1,056 \text{ г/см}^3$.

9. Вычислить нормальность (по реакции полной нейтрализации) 5 %-раствора фосфорной кислоты, плотность которого $1,027 \text{ г/мл}$.

10. Сколько миллилитров 20 % раствора соляной кислоты, плотность которого $1,22 \text{ г/мл}$, требуется для растворения 10 г карбоната кальция?

11. Вычислить, достаточно ли 20 мл 30 %- раствора серной кислоты, плотность которого $1,22 \text{ г/мл}$, для реакции с 6,54 г цинка.

12. Какой объем 6,0 М раствора HCl надо взять для приготовления 25 мл 2,5 М раствора HCl?

13. Сколько миллилитров 0,5 М раствора H_2SO_4 можно приготовить из 15 мл 2,5 М раствора?

14. Какой объем 0,1 М раствора H_3PO_4 можно приготовить из 75 мл 0,75 Н раствора ?

15. Для нейтрализации 20 мл 0,1 Н раствора кислоты потребовалось 8 мл NaOH. Сколько граммов NaOH содержит 1 литр раствора щелочи?

16. На нейтрализацию 40 мл раствора щелочи израсходовано 25 мл 0,5 Н раствора H_2SO_4 . Какова нормальность раствора щелочи? Какой объем 0,5 Н раствора HCl потребовался бы для той же цели?

17. Рассчитайте нормальность 2 М раствора сульфата железа (III), взаимодействующего со щёлочью в водном растворе. (Ответ: 12 н.)

18. . Определите молярность 0,2 н раствора сульфата магния, взаимодействующего с ортофосфатом натрия в водном растворе. (Ответ: 0,1 М.)

19. . Рассчитайте нормальность 0,02 М раствора KMnO_4 , взаимодействующего с восстановителем в нейтральной среде. (Ответ: 0,06 н.)

20. Определите молярность 0,1 н раствора KMnO_4 , взаимодействующего с восстановителем в кислой среде. (Ответ: 0,02 М.)

21. Рассчитать нормальность 0,2 М раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, взаимодействующего с восстановителем в кислой среде. (Ответ: 1,2 н)

22. Определить массу воды, в которой следует растворить 26 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ для получения 0,55М раствора BaCl_2 (плотность раствора $1,092 \text{ г/мл}$). Вычислить титр и молярность полученного раствора. (Ответ: 192,4 г; 0,111 г/мл; 0,56 моль/кг.)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант 1.

1. В медицинской практике применяют водные растворы перманганата калия разной концентрации. Рассчитайте массу KMnO_4 и объем воды, необходимые для приготовления 100г. 3%-ного раствора перманганата калия.
2. При ожогах щелочами пораженный участок кожи в течение 10-15 минут обмывают водой, а затем нейтрализуют раствором с массовой долей уксусной кислоты 2%. Какая масса уксусной эссенции с массовой долей кислоты 60% необходима для приготовления 2%-ного раствора массой 600г.?
3. Сколько граммов $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ надо растворить в 800мл. воды, чтобы получить 10%-ный раствор Na_2SO_4 ? (Ответ: 234,6г)
4. Чему равна молярность раствора, содержащего в 0,75 л 4,41 г поваренной соли?
5. Сколько соли и воды потребуется для изготовления 450 мл 2н раствора хлорида кальция?
6. * Вычислить нормальность, молярность и титр 15% раствора серной кислоты ($\rho=1,105$ г/мл).

Вариант 2.

1. В медицине применяется 5%-ный спиртовой раствор йода для обработки ран, ссадин, операционного поля. Какой объем 5%-ного спиртового раствора йода можно приготовить из 10г. кристаллического йода? Плотность раствора 0,950г/мл.
2. Сколько миллилитров 12%-ного раствора серной кислоты и воды потребуется для приготовления 600 г. 8%-ного раствора?
3. Для приготовления 5%-ного раствора MgSO_4 взято 400г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Найти массу полученного раствора. (Ответ: 3,90кг)
4. Чему равна молярность раствора хлорида бария, содержащего в 300 мл 6 г соли?
5. Сколько соли и воды потребуется для изготовления 500 мл 0,5н раствора сульфата магния?
6. * Вычислить нормальность, молярность и титр 8% раствора гидроксида натрия ($\rho=1,065$ г/мл).

Вариант 3.

1. Какие массы соли и воды необходимо взять для приготовления 500г. 0,9% -ного раствора NaCl ? Такой раствор называется физиологическим и

широко используется в медицинской практике.

2. Для обработки рук хирурга, ран, операционного поля используется йодная настойка с массовой долей 5%. В каком массовом соотношении нужно смешать растворы с массовыми долями йода 2,5% и 30%, чтобы получить 330г йодной настойки с массовой долей 5%?

3. Определить массовую долю CuSO_4 в растворе, полученном при растворении 50г медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 450г воды. (Ответ: 6,4%)

4. Чему равна молярность раствора сульфата цинка, содержащего в 800 мл 15 г соли?

5. Сколько соли и воды потребуется для изготовления 200 мл 0,05 н раствора нитрата серебра?

6. * Вычислить нормальность, молярность и титр 20% раствора азотной кислоты ($\rho=1,119$ г/мл).

Вариант 4.

1. Для смазывания десен приготовлен раствор из 5 мл. 30%-ного раствора H_2O_2 и 15 мл. дистиллированной воды. Рассчитайте массовую долю H_2O_2 в полученном растворе. (Плотность раствора принять равной 1 г/мл.)

2. При некоторых аллергических заболеваниях взрослым назначают раствор с массовой долей хлорида кальция CaCl_2 10%, детям – с массовой долей CaCl_2 – 5%. Рассчитайте массу 10 %-ного и 2%-ного растворов CaCl_2 , которые необходимы для приготовления 400г.5%-ного раствора CaCl_2 .

3. В какой массе воды нужно растворить 25г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, чтобы получить 8%-ный раствор CuSO_4 ? (Ответ: 175г)

4. Чему равна молярность раствора роданида калия (KSCN), содержащего в 0,5л 3 г соли?

5. Сколько соли и воды потребуется для изготовления 700 мл 0,1 н раствора тиосульфата натрия?

6. * Вычислить нормальность, молярность и титр 12% раствора хлороводородной кислоты ($\rho=1,059$ г/мл).