

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Саратовский государственный технический университет

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ЗАДАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по неорганической химии
для студентов инженерно-технических специальностей

*Одобрено
редакционно-издательским советом
Саратовского государственного
технического университета*

Саратов 2006

Цель работы: научиться готовить растворы различной концентрации и измерять плотность приготовленных растворов с помощью ареометра, а также переходить от одних способов выражения концентрации к другим.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Растворами называются гомогенные системы, состоящие из двух и более веществ. В растворе различают растворитель и растворенное вещество. Эти понятия условные. Компонент, который в процессе растворения не меняет своего агрегатного состояния, называют растворителем. Компонент, который в процессе растворения меняет свое агрегатное состояние, называют растворенным веществом. Если в процессе растворения оба компонента не меняют свое агрегатное состояние, то растворителем считают тот компонент, который взят в большем количестве.

Одной из важнейших характеристик раствора является концентрация, выражающая содержание растворенного вещества в определенном количестве раствора или растворителя. Наиболее распространенными являются следующие способы выражения концентрации:

1. Процентная концентрация $C_{\%}$ (в процентах по массе) раствора показывает, какое количество единиц массы растворенного вещества содержится в 100 единицах массы раствора. Например, раствор называется 1%, если в 100 г. такого раствора содержится 1 г растворенного вещества. Процентную концентрацию раствора вычисляют по следующей формуле:

$$C_{\%} = \frac{m_1}{m} \cdot 100 \% (\%), \quad (1)$$

где m_1 – масса растворенного вещества;

m – масса раствора.

Исходя из того, что $m = V\rho$, где V – объем раствора, а ρ - его плотность, то равенство (1) можно представить и в таком виде:

$$C_{\%} = \frac{m_1}{V\rho} \cdot 100 \% , \quad (2)$$

Часто приходится готовить растворы заданной концентрации не из растворенного вещества и растворителя, а путем разбавления концентрированных растворов. Равенство (1) можно представить в виде:

$$C_{\%} m = 100m_1 \quad (3)$$

Отсюда следует, что при постоянной массе растворенного вещества произведение процентной концентрации на массу раствора есть тоже величина постоянная, т.е.

$$C_{\%} m = C_{\%I} m_I \text{ или } \frac{m}{m_1} = \frac{C_{\%I}}{C_{\%}} \quad (4)$$

Процентная концентрация и масса раствора обратно пропорциональны друг другу.

2. Процентная концентрация по объему $C\%$ (объемный процентный состав) характеризует обычно состав газовых смесей и показывает число объемов каждого газа, входящего в состав газовой смеси (в см^3 , дм^3 , м^3), содержащееся в 100 объемах газовой смеси.

3. Моляльная концентрация C_m (моляльность) определяется числом молей растворенного вещества содержащихся в 1000 г растворителя.

Из определения моляльности вытекает соотношение:

$$C_m = \frac{m_1}{m_2 \cdot M} \cdot 1000 \text{ (моль/г)}, \quad (5)$$

где m_1 – масса растворенного вещества, г;

m_2 – масса растворителя, г;

M – молярная масса растворенного вещества, г/моль.

4. Молярная доля N растворенного вещества представляет собой отношение числа его молей (n) к общему числу молей растворителя и растворенного вещества.

Так, если в некоторой гомогенной системе содержатся вещества А, В, С, то выражение для молярной доли вещества А будет иметь вид:

$$N_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C} \quad (6)$$

где n_A , n_B , n_C – соответственно число молей веществ А, В, С. Из соотношения (6) видно, что сумма молярных долей всех компонентов любой системы равна единице:

$$N_A + N_B + N_C = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C} + \frac{n_B}{n_A + n_B + n_C} + \frac{n_C}{n_A + n_B + n_C} = 1$$

5. Молярная концентрация C_M (молярность, M) раствора определяется числом молей растворенного вещества, содержащихся в одном литре раствора. Например, 1М раствор H_2SO_4 содержит в 1 л раствора 1 моль H_2SO_4 или 98 г H_2SO_4 ; 0,5 М раствор содержит в 1 л р-ра 0,5 моля H_2SO_4 или $98 \cdot 0,5 = 49$ г.

$$C_M = \frac{n}{V} \text{ (моль/л), если в литрах} \quad (7)$$

$$C_M = \frac{n}{V} \cdot 1000 \text{ (моль/л), если в миллилитрах} \quad (7a)$$

Подставляя значение $n = \frac{m_1}{M}$ в формулы (7) и (7a), получим:

$$C_M = \frac{m_1}{M \cdot V} \text{ (моль/л)}; \quad (8)$$

$$C_M = \frac{m_1}{MV} \cdot 1000 \text{ (моль/л), если в миллилитрах,} \quad (8a)$$

где m_1 – масса растворенного вещества, г;

M – молярная масса растворенного вещества, г/моль;

V – объем раствора, л.

Растворы различной молярности принято называть следующим образом: 1 М - одномолярный; 0,1 М – децимолярный, 0,2 М – двудецимолярный, 0,01 М – сантимольный, 0,001 М – миллимолярный.

6. Нормальная концентрация C_H (эквивалентная концентрация или нормальность, Н) раствора – это концентрация, выраженная числом г-эквивалентов растворенного вещества, содержащихся в 1 литре раствора.

$$C_H = \frac{m_1}{m_3 V} \text{ (моль/л), если } V \text{ в литрах} \quad (9)$$

$$C_H = \frac{m_1}{m_3 V} \cdot 1000 \text{ (моль/л), если } V \text{ в миллилитрах,} \quad (9a)$$

где m_1 – масса растворенного вещества, г;

m_3 – масса эквивалентная растворенного вещества, г/моль;

V – объем раствора, л.

Выражение концентраций растворов в единицах нормальности значительно упрощает вычисление объемов реагирующих друг с другом растворов. Поскольку растворы одинаковой нормальности содержат в равных объемах одинаковое число эквивалентов, то объемы этих растворов реагируют друг с другом в объемном отношении 1:1.

Произведение нормальности на объем его в литрах выражает общее число эквивалентов, содержащихся в данном объеме раствора. Поэтому на основании закона эквивалентов можно написать:

$$C_{H_1} V_1 = C_{H_2} V_2, \quad (10)$$

где индексы 1 и 2 относятся соответственно к 1-му и 2-му растворам.

Из формулы (10) следует:

$$\frac{C_{H_1}}{C_{H_2}} = \frac{V_2}{V_1} \quad (10a)$$

Объемы реагирующих друг с другом растворов обратно пропорциональны их концентрациям, выраженным в единицах нормальности.

Взаимный переход от одних способов выражения концентрации к другим

При переходе от молярных концентраций (C_M) к нормальным и наоборот, следует иметь в виду, что молярность и нормальность имеют одинаковые размерности (моль/л), но численные их значения часто не совпадают. Это связано с тем, что в случае эквивалентной концентрации количество растворенного вещества выражается не числом молей этого ве-

щества, а эквивалентным ему числом молей атомов водорода (эквивалент вещества – это количество вещества, которое соединяется с 1 молем атомов водорода или замещает то же количество атомов водорода в химических реакциях).

Если n – число эквивалентов, содержащихся в 1 моле растворенного вещества, то

$$C_H = C_M n, \text{ а } C_M = C_H / n.$$

Для растворов соединений типа HCl , HNO_3 , KOH , NH_4OH , у которых значения эквивалента и моля численно совпадают, $C_H = C_M$.

Для соединений типа $\text{Ba}(\text{OH})_2$, H_2SO_4 , CuSO_4 эквивалент равен 0,5 моля. Поэтому нормальные растворы этих веществ будут в то же время 0,5М, а молярные – двунормальными ($1\text{H} = 0,5\text{M}$; $1\text{M} = 2\text{H}$).

Если кислота трехосновна, например H_3PO_4 , то $1\text{M} = 3\text{H}$, а $7\text{M} = 21\text{H}$. Для соли типа $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: $1\text{M} = 6\text{H}$ и т. д.

Для перехода от концентраций выраженных в процентах к концентрациям, выраженных в единицах нормальности и молярности, и обратно, необходимо знать плотности соответствующих растворов.

Для определения молярности и нормальности раствора нужно знать массу растворенного вещества в литре раствора. Масса 1 л раствора равна 1000ρ г. Приняв ее за 100 %, находим массу растворенного вещества, содержащегося в 1 литре раствора:

$$1000\rho \text{ — } 100\%$$

$$x \text{ — } C\%$$

$$x = \frac{1000\rho \cdot C\%}{100} \text{ г}$$

Разделив найденную величину на мольную или эквивалентную массу раствора, найдем его молярность или нормальность:

$$C_M = \frac{1000\rho \cdot C\%}{100M} = \frac{10\rho \cdot C\%}{M} (\text{моль/л}) \quad (11)$$

$$C_H = \frac{1000\rho \cdot C\%}{100m_3} = \frac{10\rho \cdot C\%}{m_3} (\text{моль/л}) \quad (12)$$

Пример 1. Сколько надо взять поваренной соли, чтобы приготовить 500 г 9 %- ного раствора?

Решение. 1-й способ.

В 100 г 9 %- ного раствора содержится 9 г NaCl

В 500 г _____ х г NaCl

$x = 9 \cdot 500/100 = 45$ г NaCl , а воды необходимо взять: $500 - 45 = 455$ г (мл)

2-й способ. Пользуясь формулой (1), находим:

$$m_1 = C\%m/100 = 9 \cdot 500/100 = 45 \text{ г } \text{NaCl}$$

Ответ: $m_1 = 45$ г.

Пример 2. Приготовить 1 л 10 %- ного раствора серной кислоты из 80 %- ной серной кислоты. Вычислить, чему равна молярная и нормальная концентрации полученного раствора.

Решение. Находим по справочнику плотности растворов: $C_1 = 80 \%$, $\rho_1 = 1,732$ г/ мл; $C = 10 \%$, $\rho = 1,069$ г/мл. Используя формулу (4), и учитывая, что $m = \rho \cdot V$ получаем: $\frac{\rho \cdot V}{\rho_1 V_1} = \frac{C_{\%1}}{C_{\%}}$.

$$\text{Отсюда найдем } V_1 = \frac{\rho \cdot V C_{\%}}{\rho_1 C_{\%1}} = \frac{1,069 \cdot 1000 \cdot 10}{1,732 \cdot 80} = 77,2 \text{ мл}$$

Вычислим, чему равна молярная и нормальная концентрации полученного раствора, используя формулы перехода от одних способов выражения концентрации к другим (11) и (12).

$$C_M = \frac{10 \rho \cdot C_{\%}}{M} = \frac{10 \cdot 1,069 \cdot 10}{98} = 1,09 \text{ моль/л}$$

$$C_H = \frac{10 \rho \cdot C_{\%}}{m_{\text{э}}} = \frac{10 \cdot 1,069 \cdot 10}{49} = 2,18 \text{ моль/л}$$

Ответ: $V_1 = 77,2$ мл, $C_M = 1,09$ моль/л, $C_H = 2,18$ моль/л.

Пример 3. Сколько граммов кристаллической соды Na_2CO_3 нужно взять для приготовления 500 мл 0,5М раствора ($\rho = 1,057$ г/мл). Вычислить, чему равна нормальная и процентная концентрации полученного раствора.

Решение. Молярная масса Na_2CO_3 равна 106 г/моль. Используя формулу (8а), найдем массу растворенного вещества в растворе:

$$m_1 = \frac{C_M M V}{1000} = \frac{0,5 \cdot 106 \cdot 500}{1000} = 26,5 \text{ г.}$$

Для того чтобы найти нормальную концентрацию раствора, необходимо вычислить массу эквивалентную Na_2CO_3 .

$m_{\text{э}} (\text{соли}) = M_{\text{соли}} / \text{число атомов металла} \times \text{валентность металла (г/моль)}$;

$$m_{\text{э}} (\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{106}{2 \cdot 1} = 53 \text{ г/моль.}$$

$$\text{Тогда по формуле (9а): } C_H = \frac{26,5}{53 \cdot 500} \cdot 1000 = 1 \text{ моль/л}$$

Зная плотность приготовленного раствора можно найти его процентную концентрацию по уравнению (2): $C_{\%} = \frac{26,5}{1,057 \cdot 500} \cdot 100 = 5,01 \%$ или

$$\text{по уравнению (11): } C_{\%} = \frac{C_M \cdot M}{10 \rho} = \frac{0,5 \cdot 106}{10 \cdot 1,057} = 5,01 \%$$

Ответ: $m_1 = 26,5$ г; $C_H = 1$ моль/л; $C_{\%} = 5,01 \%$.

Пример 4. Сколько миллилитров 12 % соляной кислоты нужно взять для приготовления 300 мл 0,2Н раствора соляной кислоты? Вычислить молярную концентрацию полученного раствора.

Решение. Находим нормальность 12 % раствора HCl, исходя из формулы (12). Для этого необходимо найти плотность 12 % раствора соляной кислоты по справочнику и массу эквивалентную данного раствора. Плотность HCl по справочнику равна $\rho = 1,057$ г/мл.

$$m_{\text{э}} (\text{кислоты}) = M_{\text{кислоты}} / \text{основность кислоты (г/моль)};$$

$$m_{\text{э}}(\text{HCl}) = 36,5 / 1 = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$\text{Тогда } C_H = \frac{10 \cdot 1,057 \cdot 12}{36,5} = 3,5 \text{ моль/л}$$

Искомый объем 3,5 Н раствора HCl можно найти из уравнения (10):

$$V_I = \frac{CV}{C_1} = \frac{0,2 \cdot 300}{3,5} = 17,14 \text{ мл}$$

Находим молярную концентрацию приготовленного раствора соляной кислоты с помощью уравнения (11):

$$C_M = \frac{10 \cdot 1,057 \cdot 12}{36,5} = 3,5 \text{ моль/л}$$

Так как HCl – одноосновная кислота и ее значения $m_{\text{э}}$ и M численно совпадают, то в данном случае $C_M = C_H$.

Ответ: $V_I = 17,14$ мл; $C_M = C_H = 3,5$ моль/л.

Пример 5. В 200 мл воды растворено 11,1г хлорида кальция. Определить молярную концентрацию раствора.

Решение. Так как плотность воды $\rho = 1$ г/мл, то $m_2 = 200$ г. Молярная масса CaCl₂ равна 111 г/моль. Тогда по уравнению (5) имеем:

$$C_m = \frac{11,1 \cdot 1000}{200 \cdot 111} = 0,5 \text{ моль/л}$$

Ответ: $C_m = 0,5$ моль/л.

Определение плотности растворов с помощью ареометра

Чтобы перейти от одного способа выражения концентрации к другому часто надо знать плотность раствора. Определение плотности проще всего производить при помощи ареометра (см. рис.1).

Ареометр представляет собой стеклянный поплавок, в узкой верхней части которого находится шкала с делениями, указывающими плотность. В нижней части ареометра помещается дробь, благодаря которой ареометр, погруженный в жидкость, находится в вертикальном положении. Каждый ареометр предназначен для жидкостей, величина плотностей которых лежит в определенных пределах, поэтому при выборе ареометра необходимо хотя бы приблизительно знать плотность данного раствора (ее находят по справочнику).

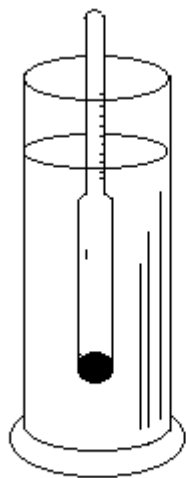


Рис. 1. Ареометр

Для измерения плотности исходный раствор наливают в мерный цилиндр и осторожно опускают в него ареометр, так, чтобы он не касался дна и стенок цилиндра, а свободно плавал в растворе. Плотность раствора определяют по делению шкалы, совпадающему с нижним мениском жидкости в цилиндре.

Между плотностью раствора и его процентной концентрацией имеется определенная зависимость, поэтому, измерив плотность раствора, можно по таблице найти его процентную концентрацию. В тех случаях, когда в таблице отсутствует найденная величина плотности, процентную концентрацию можно определить методом интерполяции (определение промежуточной величины по двум крайним). Интерполяция – латинское слово и в переводе на русский язык означает «вставка внутрь».

Пример. Плотность раствора H_2SO_4 , определенная ареометром, равна 1,124 г/мл и в таблице эта величина отсутствует. В этом случае из таблицы выписывают те значения плотностей и соответствующие им значения процентных концентраций, между которыми должно находиться найденное значение плотности.

плотность, г/мл	концентрация %
1,130	18,31
1,120	17,01

Затем нужно определить разность величин плотностей и концентраций:

$$1,130 - 1,120 = 0,010; \quad 18,31 - 17,01 = 1,30$$

После этого следует найти разность между величиной плотности, определенной ареометром и одной из табличных величин (более близкой по значению): $1,124 - 1,120 = 0,004$ и составить пропорцию:

$$\begin{array}{l} 0,010 \text{ ----- } 1,30 \% \\ 0,004 \text{ ----- } x \end{array} \quad x = 0,52$$

Найденное число следует прибавить к величине концентрации, соответствующей плотности 1,120: $17,01 + 0,52 = 17,53$.

Фильтрование

Нерастворившиеся вещества и примеси необходимо отделить от раствора фильтрованием. Для изготовления фильтра (рис.2) нужно квадратный лист фильтровальной бумаги сложить дважды пополам (рис. 2 а, 2б). Открытые концы фильтра аккуратно обрезать ножницами (рис. 2 в), затем осторожно раскрыть фильтр, придав ему форму конуса (рис. 2 г).

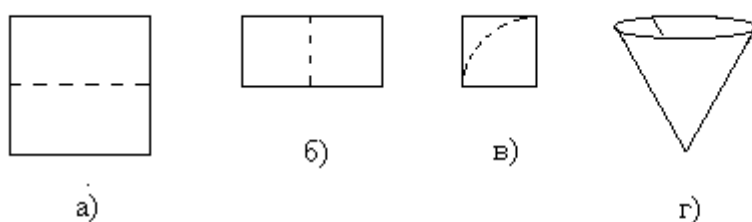


Рис. 2. Изготовление фильтра

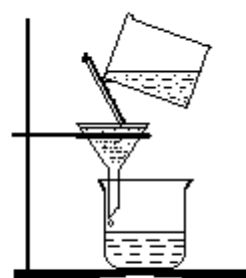


Рис. 3. Фильтрование

Обрезая фильтр, следует иметь в виду, что край фильтра должен быть на 3 –5 мм ниже края воронки. Фильтр вставить в воронку и смочить края дистиллированной водой, чтобы он плотно прилегал к стенкам воронки. После этого воронку вставить в кольцо, закрепить на штативе и под воронку подставить химический стакан. Жидкость, которую следует фильтровать, перемешать и сливать на фильтр по стеклянной палочке (рис.3). При фильтровании необходимо следить за тем, чтобы уровень жидкости на фильтре был на 2 –3 мм ниже края фильтра. Во избежание разбрызгивания конец воронки должен касаться стенки стакана, в котором собирается фильтрат.

Процесс титрования

Концентрацию полученного раствора можно проверить титрованием. Процесс титрования состоит в том, что к определенному точно отмеренному объему кислоты (или щелочи), постепенно прибавляют из бюретки титрованный объем щелочи (или кислоты) до достижения эквивалентного количества, которое определяется с помощью соответствующего индикатора.

тора. Понятие титрованный раствор означает, что концентрация этого раствора предварительно установлена.

В бюретку наливают титрованный раствор NaOH на 0,5 – 1 см выше нулевого деления. Избыток раствора сливают по каплям из бюретки до тех пор, пока нижний мениск жидкости не совпадет с нулевым делением. Наполнение бюретки до нулевого деления производится перед каждым титрованием, титрование производят три раза

Чтобы проверить концентрацию полученного раствора, в коническую колбу на 250 мл наливают 20 – 25 мл раствора, добавляют 2 – 3 капли раствора индикатора метилоранжа. После этого в колбу с раствором кислоты при непрерывном помешивании добавляют раствор щелочи из бюретки. Первое титрование является ориентировочным. Второе титрование должно быть точным. В другую колбу отмеряют той же пипеткой новый объем раствора и добавляют такое же кол-во индикатора. Хотя при повторном титровании заведомо известен объем раствора щелочи, который может быть добавлен без опасения к титруемому раствору кислоты, однако выливать щелочь из бюретки следует равномерно и не слишком быстро. Последнее количество щелочи добавляют по каплям, чтобы не пропустить конец титрования. Титрование можно считать законченным, когда от последней капли щелочи окраска индикатора станет оранжевой. Титрование повторяют еще раз и берут среднее арифметическое из трех отсчетов. Например, если в первом титровании пошло 23,5 мл, во втором – 23,6 мл, а в третьем – 23,57, то для вычисления концентрации щелочи следует взять объем: $\frac{23,5 + 23,6 + 23,57}{3} = 23,56$ мл. Нормальность кислоты вычисляют по следующей формуле:

$$H_k V_k = H_{щ} V_{щ} \qquad H_k = \frac{H_{щ} V_{щ}}{V_k}$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Требования безопасности труда

Приступая к выполнению работы, необходимо внимательно изучить методику эксперимента.

Категорически запрещается пробовать химические вещества на вкус. Особую осторожность следует соблюдать при работе с концентрированными кислотами и щелочами. Опыты с данными веществами необходимо проводить в вытяжном шкафу под тягой. При попадании на кожу концентрированной кислоты или щелочи, их необходимо немедленно смыть обильной струей воды, а затем, если это кислота, то кожу необходимо

промыть слабым 2 % -ным раствором соды, если щелочь – 2 % -ным раствором борной кислоты.

Необходимо очень аккуратно работать со стеклянной посудой, чтобы не разбить ее и не поранить себя.

Большой осторожности требует работа с ареометрами.

Оборудование и реактивы: химические стаканы, мерные колбы, конические колбы на 250 мл, мерные цилиндры, пипетки, воронки, фильтровальная бумага, ареометры, технические весы и разновесы, капсуляторки, приборы для титрования, дистиллированная вода, твердые вещества и концентрированные растворы, щелочь.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Приготовление раствора заданной концентрации из навески твердого вещества

1. Получить у преподавателя задание для приготовления раствора определенной концентрации.
2. Рассчитать количество твердого вещества, необходимое для приготовления указанного в задании объема раствора.
3. Взвесить на технических весах рассчитанное количество твердого вещества.
4. Поместить навеску в химический стакан и растворить ее в половинном объеме дистиллированной воды, необходимой для приготовления раствора.
5. С помощью воронки осторожно перелить приготовленный раствор в мерную колбу.
6. Долить раствор дистиллированной водой, так, чтобы его нижний мениск совпадал с меткой на колбе. Причем, как только уровень жидкости будет ниже метки на 0,5 – 1 см, добавлять воду следует по каплям пипеткой.
7. Закрыть колбу пробкой и перемешать раствор, многократно переворачивая колбу, держа ее за горлышко правой рукой и придерживая пробку большим пальцем.
8. Измерить плотность приготовленного раствора с помощью ареометра и сравнить ее с табличными данными справочника.
9. Рассчитать указанные в задании концентрации полученного раствора.
10. Сделать вывод о проделанной работе.
11. Приготовленный раствор сдать лаборанту.

Задание 2. Приготовление раствора заданной концентрации из более концентрированного раствора.

1. Получить у преподавателя задание для приготовления раствора определенной концентрации.
2. Рассчитать объемы данного концентрированного раствора и воды, необходимые для приготовления заданного количества раствора.
3. Отмерить с помощью мерного цилиндра рассчитанный объем концентрированного раствора, перелить его в мерную колбу и долить дистиллированной водой до необходимого объема. При работе с серной кислотой необходимо помнить о том, что ее необходимо вливать в воду небольшими порциями или тонкой струйкой. **Ни в коем случае нельзя вливать воду в серную кислоту!**
4. Закрыть колбу пробкой и перемешать раствор, несколько раз переворачивая колбу.
5. Измерить плотность приготовленного раствора с помощью ареометра.
6. Проверить правильность приготовления раствора сравнением найденной плотности с табличными данными справочника.
7. Рассчитать концентрации приготовленного раствора, указанные в задании.
8. Сделать вывод о проделанной работе.
9. Приготовленный раствор сдать лаборанту.

Требования к оформлению лабораторной работы

Оформление выполненной работы производится в тетради (лабораторном журнале) в виде письменного отчета. В отчет необходимо включить:

- ✓ Порядковый номер и название лабораторной работы;
- ✓ Краткое теоретическое обоснование, в которое должны входить определения, формулы и рисунки;
- ✓ Краткое изложение хода работы;
- ✓ Задание для лабораторной работы (выдается преподавателем);
- ✓ Расчеты;
- ✓ Выводы.

Упражнения

1. В каких случаях совпадают значения молярной и нормальной концентрации?
2. Сколько нужно взять граммов NaOH , Na_3PO_4 , H_3PO_4 , KCl , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, чтобы приготовить по 1 л 1 Н раствора?

3. Определить процентную концентрацию раствора, полученного при добавлении 0,8 л воды к 2,5 л 20 % - го раствора KCl ($\rho = 1,133$ г/мл).
4. Вычислить молярность и нормальность 6 % - го раствора H_3PO_4 ($\rho = 1,031$ г/мл).
5. К 100 мл 96 % - ой серной кислоты ($\rho = 1,84$ г/мл) прибавить 400 мл воды. Получился раствор плотностью 1,225 г/мл. Выразите его процентную и эквивалентную концентрации.
6. Какова концентрация раствора гидроксида кальция, полученного растворением 1 г оксида кальция в 100 г воды?
7. Какой объем 0,5 Н раствора кислоты необходимо взять для нейтрализации раствора, содержащего 0,2 г едкого натрия?
8. Сколько воды надо прибавить к 100 мл 48 % - го раствора азотной кислоты ($\rho = 1,303$ г/мл) для получения 20 % -го раствора?
9. Сколько граммов поваренной соли надо взять для приготовления 500 мл 0,5 М раствора?
10. Сколько миллилитров серной кислоты необходимо взять для приготовления 2 л 0,3 Н раствора серной кислоты?

ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка Н.Л., Общая химия.: Учебное пособие для вузов. – 24-е изд., исправленное. /Под ред. Рабиновича В.А. – Л.: Химия, 1985.
2. Гельфман М.И., Юстратов В.П. Химия. Серия «Учебники для вузов. Специальная литература». – СПб.: издательство «Лань», 2000.
3. Руководство к лабораторным работам по общей и неорганической химии. Под ред. проф. Кульба Ф.Я., - Л.: «Химия», 1976.
4. Руководство к лабораторному практикуму по общей химии. Под ред. доктора хим. наук Бухарова В.Г., Саратов, СПИ, 1977.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ЗАДАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по неорганической химии

Составила КУЛИКОВА Татьяна Николаевна

Рецензент Смотров А.А.
Корректор

Лицензия ИД № 06268 от 14.11.01

Подписано в печать

Бум. тип.

Тираж 100 экз.

Усл. печ. Л.

Заказ

Формат 60 × 84 1/16

Уч.-изд. л.

Бесплатно

Саратовский государственный технический университет
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Копипринтер СГТУ, 410154, г. Саратов, ул. Политехническая, 77