

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНСТВА ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ И
СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра фармацевтической технологии

Т.Г. Хоружая, В.С. Чучалин

**АЛКОГОЛИМЕТРИЯ
(ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭТАНОЛА. УКРЕПЛЕНИЕ,
РАЗВЕДЕНИЕ И УЧЁТ ЭТАНОЛА)**

Учебное пособие



Томск 2006 г

УДК 615.12

Хоружая Т.Г., Чучалин В.С. Алкоголиметрия (Определение содержания этанола. Укрепление, разведение и учёт этанола). – Изд. 2-е, переработ. и доп. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006.– 140 с.

В учебном пособии представлены отдельные разделы по определению содержания этанола, его разведению, укреплению, учёту этанола. Каждый раздел начинается с краткого объяснения и типового решения задач. Для удобства работы в учебное пособие введены алкоголиметрические таблицы ГФ XI издания и отдельные фрагменты «Таблиц для определения содержания этилового спирта в водноспиртовых растворах при 20 °С, изданных ИПК Издательством стандартов, 2001» (таблицы ГОСТа).

Учебное пособие подготовлено на кафедре фармацевтической технологии СибГМУ и предназначено для студентов очного и заочного отделений фармацевтических вузов, слушателей отделения подготовки военных провизоров Томского военно-медицинского института.

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к печати методическим советом фармацевтического факультета СибГМУ.

© Хоружая Т.Г., Чучалин В.С., 2006

ВВЕДЕНИЕ

Фармацевтическая промышленность в качестве растворителя и экстрагента применяет этанол (ректификат), который получают сбраживанием крахмалосодержащего сырья (картофеля и зерна).

Этанол – Spiritus aethylicus (C_2H_5OH) представляет собой прозрачную легкоподвижную жидкость с характерным запахом и жгучим вкусом. Кипит при температуре $78,1\text{ }^{\circ}C$, летуч, легко воспламеняется (температура вспышки $12,2\text{ }^{\circ}C$, воспламеняется при $14\text{ }^{\circ}C$), горит бледно-голубым пламенем, взрывоопасен (в концентрации $3,28\text{--}18,95\%$), фармакологически неиндифферентен (допустимая концентрация 1000 мг/м^3).

Этанол хорошо растворяет многие алкалоиды, гликозиды, эфирные масла, смолы, органические кислоты и другие биологически активные вещества. Этанол хорошо смешивается с водой, глицерином, диэтиловым эфиром, хлороформом и другими растворителями. Официальными являются 95, 90, 70 и 40% растворы этанола (ФС 42-3071-94). Качество этанола ректификата регламентируется ГФ-ХІ, ФС 42-3072-94 и ГОСТ 5962-67.

Качество абсолютного или безводного (б/в) этанола нормируется НД, и при расчётах его принимают за 100%. Для изготовления водноспиртовых растворов и экстракционных препаратов используют $96,2\text{ -- }96,7\%$ этанол, который разводят водой до требуемой концентрации.

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭТАНОЛА. РАЗВЕДЕНИЕ, УКРЕПЛЕНИЕ И УЧЁТ ЭТАНОЛА

Цель занятия: На основании теоретических знаний уметь осуществлять получение этанола с завода, склада, определять концентрацию, производить разведение, укрепление и учёт этанола.

Целевые виды деятельности:

Научиться умению:

1. Определять концентрацию этанола стеклянным и металлическим спиртомерами, а также с помощью ареометра, пикнометра, рефрактометра.
2. Решать ситуационные задачи на определение концентрации этанола по показаниям спиртомеров, ареометра, рефрактометра (уметь пользоваться алкоголиметрическими таблицами).
3. Решать ситуационные задачи определения безводного этанола:
 - в данном объёме водноспиртовой смеси;
 - в массе водноспиртовой смеси;
 - по массе в данном объёме водноспиртовой смеси;
 - определять массу и объём водноспиртовой смеси при любой температуре по известному объёму безводного этанола;
 - определять массу по объёму и объём по массе водноспиртовой смеси известной концентрации.
4. Решать ситуационные задачи разведения и укрепления этанола:

- по массе с использованием алкоголиметрической таблицы ГФ-ХІ (№ 2);
- по формуле или способом смешения;
- по содержанию безводного этанола в 100 мл или 100 г водноспиртового раствора.

5. Решать ситуационные задачи по учёту этанола, зная:

- объём и массу этанола данной концентрации и температуру;
- объём безводного этанола и температуру.

Требования к исходному уровню знаний-умений

По органической химии

Уметь:

проводить реакции идентификации этанола.

Знать:

- а) методы получения этанола;
- б) физико-химические свойства этанола, понятия о водородных связях;
- в) области применения этанола.

По физике

Уметь:

- а) определять плотность растворов ареометром и пикнометром;
- б) определять концентрацию растворов с помощью рефрактометра.

Знать:

- а) устройство и принцип действия ареометра и рефрактометра;
- б) зависимость плотности растворов от их концентрации;
- в) зависимость коэффициента поверхностного натяжения от концентрации растворов.

По физической и коллоидной химии

Уметь:

определять концентрацию растворов по температуре кипения.

Знать:

- а) закон Рауля и область его применения;
- б) состав жидкости и пара, находящиеся в равновесии друг с другом, первый закон Коновалова;
- в) азеотропные смеси, второй закон Коновалова;
- г) перегонку, фракционную перегонку.

По аптечной технологии лекарственных форм

Уметь:

а) рассчитывать количества лекарственных веществ и растворителя для изготовления растворов на этаноле;

б) получать растворы лекарственных веществ различной концентрации массо-объёмным методом.

Знать:

а) фармакопейные статьи на этанол (ГФ-ХІ, ФС 42-3071-94, ФС 42-3072-947-94);

б) алкоголиметрические таблицы ГФ-ХІ по разведению этанола.

По управлению и экономики фармации

Уметь:

учитывать этанол, отпущенный по рецептам и требованиям ЛПУ.

Знать:

а) правила выписывания рецептов на этанол;

б) порядок отпуска этанола и спиртосодержащих лекарственных веществ из аптечных учреждений.

Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Этанол, его роль в фармацевтической практике.
2. Свойства этанола. Работа Д.И. Менделеева с этиловым спиртом.
3. Получение и ректификация этанола.
4. Устройство и принцип работы периодических и непрерывнодействующих ректификационных колонн.
5. Способы выражения концентрации этанола. Перевод объёмных процентов в проценты по массе. Первая алкоголиметрическая таблица ГФ ХІ издания.
6. Определение концентрации этанола при температуре 20 °С.
7. Определение концентрации этанола при температуре, отличной от 20 °С.
8. Таблицы для определения содержания этилового спирта в водноспиртовых растворах: В 3-х т. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
9. Разведение и укрепление этанола.
10. Алкоголиметрические таблицы Государственной фармакопеи ХІ изд. (2 – 5).
11. Учёт этанола.
12. Приказ МЗ СССР №288 от 28.02.1986 г. (Для слушателей ОПВП ТВМедИ – Приказ ЗМО НТВС СССР № 73 от 19.07.1985 г.)
13. Хранение этанола, техника безопасности при работе с ним.

Литература

1. *Ажгихин И.С.* Руководство к практическим занятиям по технологии лекарств. – М.: Медицина, 1977. – С. 18–28.
2. *Государственная фармакопея СССР.* X издание. – М.: Медицина, 1968. – С. 644–646, 904, 1005–1016.

3. *Государственная фармакопея СССР. XI издание. Вып. 1.* – М.: Медицина, 1987. – С. 24–30, 303–321.
4. ГОСТ 5962-67, ГОСТ 3637-75, ГОСТ 3639-79, ГОСТ 5964-82.
5. *Грядунова Г.П., Козлова Л.М., Литвинова Т.П.* Руководство к практическим занятиям по заводской технологии лекарственных форм / Под ред. А.И. Тенцовой. – М.: Медицина, 1986. – С. 85–92.
6. *Махкамов С.М. и др.* Руководство к лабораторным занятиям по заводской технологии лекарственных форм. – Ташкент: Медицина, 1989. – С. 99–104, 238–276.
7. *Муравьёв И.А.* Технология лекарств. – М.: Медицина, 1980. – Т. 1. С. 139–142.
8. Приказ МЗ СССР № 78 от 20.02.1984 г. «Инструкция по учёту товаров на аптечных складах (базах) аптечных управлений системы МЗ СССР».
9. Приказ ЗМО – начальника тыла ВС СССР №73 от 19.07.1985 г. «О введении в действие инструкции по обращению с этиловым спиртом» (для слушателей ТВМедИ).
10. Приказ МЗ СССР № 288 от 28.02.1986 г. «О порядке получения, приёма, хранения и отпуска этилового спирта аптечными складами (базами) системы МЗ СССР».
11. Приказ МЗ СССР № 55 от 09.01.1987 г. «О порядке отпуска этилового спирта и спиртосодержащих лекарственных средств из аптечных учреждений».
12. *Справочник провизора-аналитика* / Под ред. Д.С. Волоха, Н.П. Максютинной. – Киев: Здоровья, 1989. – 200 с.
13. *Таблицы для определения содержания этилового спирта в водноспиртовых растворах:* В 3-х т. – М: ИПК Издательство стандартов, 2001. – Т. 1. – 143 с.; Т. 2. – 227 с.; Т. 3. – 86 с.
14. ФС 42-3071-1994, ФС 42-3072-1994.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

I. Определение концентрации этанола

Концентрация (крепость) этилового спирта – процентное содержание безводного (абсолютного) этанола в данном растворе. Концентрация этанола выражается в объемных процентах ($C \%_v$) и в процентах по массе ($C \%_m$). Если нет специального обозначения, подразумеваются объёмные проценты. Расчёты при определении концентрации этанола выполняют до сотых долей процента (по объёму). Соотношение между объёмными процентами и процентами по массе находят в алкоголиметрической табл. 1 ГФ-ХІ или формуле, выведенной на основании зависимости:

$$C \%_v \cdot \rho_{\text{б/в этанола}} = C \%_m \cdot \rho_{\text{водноспиртового раствора}},$$

где $\rho_{\text{б/в этанола}}$ – плотность безводного этанола (0,78927);

$\rho_{\text{водноспиртового раствора}}$ – плотность водноспиртового раствора (находят в табл. 1 ГФ-ХІ или определяют измерением).

Содержание этанола в водноспиртовой смеси можно определить спиртомерами, по плотности растворов, углу преломления света и другими способами. В фитопрепаратах (настойках, жидких экстрактах) концентрацию этанола определяют по температуре кипения и дистилляционным методом (ГФ-ХІ. Вып. 1. – С. 24–26) соответственно.

1.1. Определение содержания спирта стеклянными спиртомерами (стеклянными ареометрами для спирта по ГОСТ 18481- 81Е)

Стеклянный спиртомер показывает концентрацию этанола в объёмных процентах при температуре 20 °С; при другой температуре снимают показания спиртомера и термометра, концентрацию этанола находят с помощью таблицы III ГОСТа (задача № 1).

Для точных измерений, особенно для арбитража используют спиртомеры типа А.

Правила измерения концентрации этанола: стеклянный цилиндр для этанола и спиртомер должны быть чистыми и сухими. Перед погружением спиртомера водноэтанольный раствор тщательно перемешивают стеклянной мешалкой (палочкой). Спиртомер берут за верхний конец стержня, осторожно погружают в раствор, затем выпускают из рук так, чтобы он свободно погружался под действием собственной массы. Стержень не должен быть смоченным более чем на 3 мм над верхней частью мениска, а спиртомер – касаться стенок и дна цилиндра. Через 4 – 5 мин после того, как спиртомер принял температуру жидкости, по нижнему краю мениска снимают показание прибора.

Таблица 1

Характеристика стеклянных спиртомеров (ГОСТ 18481-81Е)

Тип спиртомера	Цена наименьшего деления ареометрической шкалы, объёмные %	Количество в наборе, шт.	Высота, мм	Пределы измерений шкалы	
				Ареометрической, объёмные %	Термометрической, °С
А	0,1	11	330	0 – 10 10 – 20 и т.д. До 95 – 105	нет
Б	0,2	11	240	16 – 21 21 – 26 и т.д. До 66 – 71	нет
В	0,2	4	200	0 – 5 5 – 10 и т.д. До 15 – 20	нет
Г	1,0	3	200	0 – 40 40 – 70 70 – 100	нет
Д	1,0	2	360	0 – 60 60 – 100	- 25 ÷ + 35

Одновременно определяют температуру водноспиртовой смеси термометрами ртутными, стеклянными, лабораторными по ГОСТ 215-73 (группа 4 тип А или тип В) с диапазоном измерений от минус 30 °С до плюс 20 °С и от 0 °С до плюс 55 °С.

Зная показание стеклянного спиртомера и температуру водноспиртовой смеси, определяют содержание этанола при 20 °С в процентах по объёму.

В первой и последней графах таблицы III ГОСТа (том 1) указаны значения температуры через интервал в 1 градус от + 40 до – 25 °С. В верхней горизонтальной строке приведены показания стеклянного спиртомера через интервал 0,5% ареометрической шкалы. На пересечении графы и строки находят искомое содержание этанола в растворе (задача № 1).

Таблица III А (том 3) выражает зависимость между показаниями стеклянного спиртомера типа А, температурой раствора от +15 до +25 °С и объёмным содержанием этанола (задача № 18).

В производственных условиях отсчёт показаний стеклянного спиртомера типа А ведут с точностью 0,1% (том 3) и термометра – с точностью 0,1 °С. В первой и последней графах указаны значения температуры от + 15 до + 25 °С с интервалом 0,1 °С. В строке по горизонтали приведены показания ареометра для спирта (показания стеклянного спиртомера) от 80 до 101,9 с интервалом 0,1%. Объёмное содержание этанола определяется на пересечении соответствующей графы и строки. Таблицы составлены методом линейного интерполирования.

°С

1.2. Определение содержания этанола металлическим спиртомером

Металлический спиртомер типа А состоит из латунного позолоченного корпуса в виде шара с припаянным к нему сверху и снизу позолоченным стержнем. Внизу стержень утолщен и имеет груз, благодаря которому спиртомер плавает в растворе в вертикальном положении. На верхнем стержне (шкале) нанесено 10 крупных делений, между ними 10 малых, под нижней чертой означена цифра 100. Отсчет показаний производят снизу вверх. Металлический спиртомер снабжен комплектом из 10 гирек (от 0 до 90 условных единиц) в форме шарового сегмента с прорезью, которые навешивают на нижний стержень спиртомера. Самая тяжелая гирька – нулевая, самая лёгкая – девяносто. При погружении спиртомера без гири к показаниям шкалы прибавляют цифру 100, с гирькой – цифру, обозначенную на гирьке. Чем больше плотность раствора, тем тяжелее должна быть гирька и меньше ее цифра. Правила измерения: погружение и отсчёт по шкале производят снизу вверх. Металлическим спиртомером при 20 °С и при любой другой температуре снимают только условные показания. Концентрацию этанола по показаниям металлического спиртомера и термометра (от + 40 до – 25 °С) находят в четвертой таблице ГОСТа (задача № 2). Если температура раствора плюсовая, то концентрацию этанола считают до сотых долей процента. Если температура раствора – минус, то – до десятой доли процента.

1.3. Определение концентрации этанола по плотности

Плотность водноспиртового раствора определяют с помощью ареометра (денсиметра) или пикнометра (ГФ-ХІ, выпуск 1. - С. 24–26). Чем больше содержание этанола в растворе и выше температура водноспиртовой смеси, тем меньше его плотность. После определения плотности при 20 °С концентрацию этанола находят в алкоголиметрической табл. 1 ГФ-ХІ. Слушатели ОПВП должны воспользоваться таблицей I (приложение к приказу № 73). В табл. 1 ГФ-ХІ указаны соотношения между плотностью (ρ) водноспиртового раствора и содержанием безводного этанола в растворе.

В случае определения плотности водноспиртового раствора при температуре выше или ниже 20 °С, в пределах от + 40 до – 25 °С, концентрацию этанола находят по таблице I ГОСТа (в процентах по массе) и таблице II ГОСТа (в процентах по объёму) (задача №3).

1.4. Определение концентрации этанола по углу преломления луча света (рефрактометрически)

В водноспиртовых растворах линейная зависимость показателя преломления и концентрации наблюдается в пределах 50 – 60%. При установлении крепости этанола в более концентрированных растворах их разбавляют водой (70% этанол 1: 2; 95% этанол 1: 3), при расчётах концентрации этанола необходимо учитывать разведение.

Показатель преломления водноспиртовых растворов следует определять быстро при 20 °С во избежание ошибки, связанной с летучестью этанола. На призму рефрактометра наносят 5 – 7 капель исследуемого раствора.

Если исследования осуществляют не при 20 °С, то вносят поправку на температуру. Величина поправок показателя преломления на 1 °С представлена в Приложении 1. Если определение проводят при температуре выше 20 °С, то поправку прибавляют к найденной величине показателя преломления. Если анализ проводят при температуре ниже 20 °С, поправку вычитают (задачи № 4, 5).

II. Разведение и укрепление этанола

Разбавление водноспиртовых растворов проводят по объёму и по массе, при этом концентрацию этанола выражают соответственно в объёмных процентах или процентах по массе.

При смешивании этанола с водой выделяется теплота смешения, температура смеси повышается, одновременно наблюдается явление контракции – уменьшение объёма водноспиртового раствора. Поэтому при разбавлении по объёму рассчитывают необходимое количество крепкого этанола и доводят раствор водой до требуемого объёма при температуре смеси 20 °С, что удобно при изготовлении небольших объемов этанола. Для сокращения времени при расчётах по разведению этанола используют алкоголиметрические табл. 3, 4, 5 ГФ-ХІ (при разбавлении по объёму небольших количеств этанола до 1 л), составленных с учётом явления контракции.

В производственных условиях этанол разводят и укрепляют по массе, для чего объёмную концентрацию этанола переводят в проценты по массе по табл. 1 ГФ-ХІ, объёмы – в массу. Расчёт этанола и воды проводят по формулам или правилу смешения. При разведении небольших количеств этанола по массе (до 1 кг), без перевода объёмных процентов в проценты по массе, пользуются табл. 2 ГФ ХІ.

Слушатели ОПВП могут применять формулы для расчёта расхода этанола и других компонентов при изготовлении водноспиртовых ($X = VK$), спирто-глицериновых ($X = VK$, $B = V - X$) и спиртоводоглицериновых смесей ($X = V \cdot 0,2$; $B = V \cdot 0,7$, $A = V - (X + B)$) по массе, где

X – количество этанола;

V – количество приготавливаемой смеси;

B – количество глицерина;

A – количество воды;

K – коэффициент, зависящий от крепости исходного этанола (по табл. приложения II пр. № 73).

III. Учёт этанола

За единицу учёта этанола принят один литр безводного спирта (л б/в) при 20 °С (приказ МЗ СССР № 288 от 28.02.1986 г.).

На складах фармацевтических предприятий, (не имеющих металлических мерников 1 класса (ГОСТ 13844-68), а также на складах медицинской службы Вооружённых Сил РФ) учёт этанола ведут по массе водноспиртового раствора при крепости, указанной на данную партию.

На каждую концентрацию этанола заводят отдельную карточку и присваивают номенклатурный номер.

Учёт этилового спирта на складах и в бухгалтерии ведётся в декалитрах (1 дал = 10 л) безводного этанола с десятыми и сотыми долями, причём тысячные доли декалитра менее 0,005 отбрасываются, а 0,005 и более принимаются за 0,01 декалитра.

Спиртобазы отпускают этанол по объёму с указанием температуры раствора в мернике, показания спиртомера, концентрации этанола (при 20 °С), множителя объёмного содержания безводного этанола (находят по таблице V ГОСТа), объёма безводного этанола при 20 °С.

При отмерах спирта мерниками *разной вместимости* рассчитывают среднединамическую температуру.

Пример 1. 1-й отмер – 250 дал, при температуре +9,54 °С;
2-й отмер – 75 дал, при температуре +11,54 °С.

$$\begin{aligned} &\text{Средняя температура в мерниках} \\ &(9,54 \cdot 250) + (11,54 \cdot 75) \\ T = \frac{\quad}{325} = 10 \text{ °С.} \end{aligned}$$

При отмерах спирта мерниками *одинаковой вместимости* рассчитывают среднеарифметическую температуру.

Пример 2. 1-й отмер – 75 дал, при температуре +9 °С.;
2-й отмер – 75 - « - +10 °С.;
3-й отмер – 75 - « - +11 °С.

$$\begin{aligned} &\text{Средняя температура в мерниках} \\ &9+10+11 \\ T = \frac{\quad}{3} = 10 \text{ °С.} \end{aligned}$$

Если при измерении температура в мернике отличается от + 20 °С, вводится поправка на объёмное расширение мерника, независимо от размеров отклонения температуры от + 20 °С, по таблице поправок на объёмное расширение металлических мерников 1 класса при измерении объёмов спирта (табл. 2). Поправка вносится отдельной строкой во все документы о приёме – сдаче спирта.

Пример 3. Объём спирта по номинальной вместимости мерника определяется в 250 дал. При температуре спирта в мернике + 13 °С и + 25 °С действительный объём спирта составит соответственно:

$$\frac{250 \cdot 0,025}{100} = 0,0625 \text{ дал}; \quad 250 - 0,0625 = 249,9375 \text{ дал};$$

$$\frac{250 \cdot 0,018}{100} = 0,045 \text{ дал}; \quad 250 + 0,045 = 250,045 \text{ дал}.$$

Примечание: При изменениях объёмов спирта пропуском через мерники, изготовленные из меди, размер поправок увеличивается в полтора раза. При отклонении температуры от целых долей градуса поправка на объёмное расширение мерников определяется интерполяцией.

Для учёта полученный этанол переводят в массу при расчёте через б/в или абсолютный этанол по таблице VI ГОСТа или по таблице 1 ГФ-ХI, составленных с учётом взвешивания в воздухе. Расчётная масса подтверждается взвешиванием водноспиртового раствора.

При возможности определения расчётной массы (или объёма) по таблице и формуле ($m = V \cdot \rho$), необходимо пользоваться таблицами, что сокращает время расчёта и дает возможность получить более точные результаты, т.к. мы проводим все операции при определении массы в воздухе, а значения плотностей (в таблицах ГФ-ХI и ГОСТа) приведены в абсолютных величинах.

Учёт этанола ведут в пронумерованном, прошнурованном и опечатанном журнале.

Фактическое наличие спирта, установленное инвентаризацией, фиксируется в инвентаризационной ведомости. Записи отмеров (отвесов) и количество безводного этанола заполняют в ту же ведомость и скрепляют подписями членов комиссии. По результатам инвентаризации составляется протокол инвентаризационной комиссии, который должен быть утверждён руководителем аптечного склада не позднее 10 дней. На выявленные расхождения составляют сличительную ведомость.

Таблица 2

Влияние температуры на объем этанола в мернике

Температура спирта в мернике, °С	Поправка к объёму на объёмное расширение мерника	Температура спирта в мернике, °С	Поправка к объёму на объёмное расширение мерника	Температура спирта в мернике, °С	Поправка к объёму на объёмное расширение мерника
32	+0,044	10	-0,036	-11	-0,114
31	+0,040	9	-0,040	-12	-0,118
30	+0,037	8	-0,044	-13	-0,122
29	+0,032	7	-0,047	-14	-0,125
28	+0,029	6	-0,051	-15	-0,129
27	+0,025	5	-0,055	-16	-0,133
26	+0,022	4	-0,059	-17	-0,137
25	+0,018	3	-0,063	-18	-0,141
24	+0,014	2	-0,067	-19	-0,144
23	+0,011	1	-0,071	-20	-0,148
22	+0,007	0	-0,074	-21	-0,151
21	+0,004	-1	-0,078	-22	-0,155
20	0,000	-2	-0,081	-23	-0,159
19	-0,004	-3	-0,085	-24	-0,163
18	-0,007	-4	-0,088	-25	-0,166
17	-0,011	-5	-0,092	-26	-0,169
16	-0,014	-6	-0,096	-27	-0,173
15	-0,018	-7	-0,099	-28	-0,177
14	-0,022	-8	-0,103	-29	-0,181
13	-0,025	-9	-0,107	-30	-0,185
12	-0,029	-10	-0,111		
11	-0,032				

Инвентаризацию этанола проводят не реже одного раза в квартал. Периодически должны проводиться внезапные инвентаризации этанола.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**Задание к практическому занятию:**

1. Определить концентрацию этанола стеклянным и металлическим спиртомерами, ареометром.
2. Развести этанол до требуемой концентрации. Определить концентрацию этанола, если необходимо, исправить её.
3. Решить ситуационные задачи по индивидуальному заданию.

Оборудование и вспомогательный материал:

1. Спирт этиловый, вода очищенная.
2. Стеклянные спиртомеры.
3. Металлический спиртомер.
4. Набор ареометров (денсиметров).
5. Рефрактометр.
6. Термометр.
7. Мерные цилиндры на 500 и 250 мл.
8. Воронки, подставки.
9. Клеенка (полиэтиленовая пленка), резиновые обхватки.
10. Марлевые салфетки.
11. Таблицы ГОСТа, ГФ XI издания, методические пособия.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

I. Определение содержания этанола в водноспиртовых растворах

Задача 1. Стеклянный спиртомер при температуре 0 °С погрузился до деления 92,5. Определите:

а) чему равна концентрация исследуемого этанола в процентах по объёму и в процентах по массе при 20 °С.

б). Сколько литров безводного этанола при 20 °С содержится в 100 кг исследуемого раствора.

1 действие. По таблице III ГОСТа находят концентрацию этанола. Показание спиртомера 92,5 (верхняя горизонтальная строка) при 0 °С (крайняя вертикальная графа) соответствует концентрации 96,81% по объёму (на пересечении).

2 действие. Объемные проценты по первой таблице ГФ-ХI переводят в проценты по массе:

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} \text{С\%} \quad \text{С\%}_M \\ \underline{96,84\%_V - 95,07\%_M} \\ 96,79\%_V - \underline{95,00\%_M} \\ 0,05\%_V - 0,07\%_M \\ 0,03\%_V - x \end{array} \qquad \begin{array}{r} \text{С\%} \\ 96,84\%_V \\ \underline{96,81\%_V} \\ 0,03\%_V \end{array} \end{array}$$

$$x = 0,042$$

$$\text{С\%}_M = 95,07\%_M - 0,042 = 95,028\%_M \sim 95,03\% \text{ по массе.}$$

3 действие. По таблице VI ГОСТа определяют, сколько литров безводного этанола содержится в 1 кг 96,81% смеси. Целые доли процента находят в крайней вертикальной графе, десятые доли процента – в верхней горизонтальной строке и на пересечении искомую величину:

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} \text{С\%} \quad \text{V б/в} \\ \underline{96,9\% - 1,2072 \text{ л б/в}} \\ 96,8\% - \underline{1,2054 \text{ л б/в}} \\ 0,1\% - 0,0018 \\ 0,09\% - x \end{array} \qquad \begin{array}{r} \text{С\%} \\ \underline{96,90\%} \\ 96,81\% \\ 0,09 \end{array} \end{array}$$

$$x = 0,00162$$

$$1,2072 - 0,00162 = 1,20558 \sim 1,2056 \text{ л б/в этанола}$$

4 действие. Определяют, сколько литров безводного этанола содержится в 100 кг 96,81% этанола:

$$1,2056 \text{ л б/в этанола содержится в } 1 \text{ кг } 96,81\% \text{ этанола}$$

$$x \text{ л б/в этанола содержится в } 100 \text{ кг } 96,81\% \text{ этанола}$$

$$x = 120,56 \text{ л б/в этанола}$$

Задача 2. Металлический спиртомер, нагруженный гирькой 50, при температуре 21 °С погрузился до деления 4,4. Определите:

а) показание спиртомера;

б) концентрацию этанола в процентах по объёму и в процентах по массе при 20 °С;

в) сколько килограммов этанола содержится в 100 литрах водно-спиртового раствора, отмеренного при температуре 21 °С?

1 действие. Показание спиртомера складывается из величины гирьки плюс целое деление и десятые доли при погружении прибора.

$$50 + 4,4 = 54,4$$

2 действие. По таблице IV ГОСТа в верхней горизонтальной строке находят показание металлического спиртомера, в крайней вертикальной графе – температуру + 21 °С и на пересечении получают концентрацию этанола в объёмных процентах 67,0%.

3 действие. По алкоголиметрической табл. 1 ГФ-ХІ переводят концентрацию этанола из объёмных процентов в проценты по массе:

С %	С % _m	
67,02 % _v	– 59,26 % _m	– 67,02 % _v
<u>66,94 %_v</u>	<u>– 59,17 %_m</u>	<u>67,00 %_v</u>
0,08 % _v	– 0,09 % _m	0,02 % _v

$$0,02 \%_v \quad - \quad x \%_m$$

$$x = 0,02 \%_m$$

$$59,26 \%_m - 0,02 \%_m = 59,24 \%_m$$

$$67,00 \%_v \text{ соответствует } 59,24 \%_m$$

4 действие. Массу этанола определяют по формуле $m = V \cdot \rho_{21 \text{ °С}}$. По таблице II ГОСТа находят плотность для 67,0% этанола при 21 °С

$$\rho_{21 \text{ °С}} = 0,89204$$

$$M = 100 \cdot 0,89204 = 89,204 \text{ кг}$$

Задача 3. Определите концентрацию этанола в процентах по объёму и процентах по массе, если его плотность при температуре 18 °С равна 0,80305.

1 действие. По таблице I ГОСТа находят концентрацию этанола в процентах по массе. В крайней вертикальной графе таблицы находят значение температуры 18 °С и в графе по горизонтали – данное значение

плотности. Значение 0,80305 при температуре 18 °С в таблице соответствует концентрации в процентах по массе – 96 %_м.

2 действие. По таблице II ГОСТа аналогичным образом находят значение концентрации этанола в % по объему:

$p_{18\text{ °C}}$	C%	$p_{18\text{ °C}}$
<u>0,80506</u>	– 97%	0,80506
0,80069	– 98%	<u>0,80305</u>
0,00437	– –1%	0,00201
0,00201	– x%	

$$x = -0,46\% \quad C = 97 - (-0,46) = 97,46\% \text{ по объему}$$

Задача 4. Показатель преломления водноспиртового раствора составляет 1,34045 при температуре 23 °С. Определите содержание этанола в исследуемом растворе при температуре 20 °С.

1 действие. Определяют разность температур:

$$23 - 20 = 3$$

2 действие. Используя Приложение 1, находят температурный коэффициент $1,5 \cdot 10^{-4} = 0,00015$ для показателя преломления 1,34096, близкого по величине к имеющемуся по условию задачи. Так как исследование проводят при 23 °С, то поправка составляет $0,00015 \cdot 3 = 0,00045$.

3 действие. Определяют показатель преломления при 20 °С. Вычисленную поправку прибавляют к показателю преломления, так как температура в растворе выше 20 °С по условию задачи.

$$1,34045 + 0,00045 = 1,3409$$

4 действие. Определяют концентрацию этанола, соответствующую найденному показателю преломления при 20 °С.

$n_{20\text{ °C}}$	C%
<u>1,34096</u>	15%
1,34090	
0,00006	

Поправка на 1% этанола составляет $5,3 \cdot 10^{-4} = 0,00053$. Следовательно:

$$x = \frac{0,00006}{0,00053} = 0,11\%$$

5 действие. Истинная концентрация этанола

$$C\% = 15,0 - 0,11 = 14,89\%$$

Задача 5. Показатель преломления водноспиртового раствора составляет 1,34366 при температуре 18 °С. Определите содержание этанола в исследуемом растворе при 20 °С.

1 действие. Разность температур составляет 2 °С.

2 действие. Температурный коэффициент (Приложение №1) на 1 °С равен:

$$1,6 \cdot 10^{-4} = 0,00016$$

для показателя преломления 1,34390, близкого по величине к имеющемуся по условию задачи. Поправка составляет:

$$0,00016 \cdot 2 = 0,00032$$

3 действие. Приводят показатель преломления к 20 °С. Так как исследования проводят при температуре ниже 20 °С, то вычисленную поправку вычитают от величины показателя преломления :

$$1,34366 - 0,00032 = 1,34334$$

4 действие. Определяют концентрацию этанола, соответствующую найденному показателю преломления 1,34334 при 20 °С.

n 20°С	С%
1,34390	20%
<u>1,34334</u>	
0,00056	

Поправка на 1% этанола составляет $6 \cdot 10^{-4} = 0,00060$.

Следовательно:

$$x = \frac{0,00056}{0,00060} = 0,93\%$$

5 действие. Истинная концентрация этанола $C\% = 20,0 - 0,93 = 19,07\%$.

Задача 6. В счёте-фактуре (для слушателей ОПВП – в чековом требовании) выписано 50 литров, безводного этанола. Содержание этанола в объёмных процентах 96,1%. Средняя температура водноспиртового раствора в мернике + 10 °С, объём водно-спиртового раствора в мернике 52 л.

Проверьте правильность оформления счёта-фактуры (чекового требования). Определите массу отпущенного этанола.

1 действие. Количество безводного этанола при 20 °С, содержащегося в 52 л 96,1% этанола при 10 °С, определяют по таблице V ГОСТа. На пересечении величин температуры и концентрации 96% находят множитель 0,9703, который показывает, сколько литров безводного этанола содержится в 1 л водноспиртового раствора при 10 °С. По таблице V ГОСТа можно не проводить интерполирование величин. Десятые доли концентрации в процентах прибавляют к 3-му знаку множителя. По таблице V ГОСТа находят множитель, на который умножают объём спирта в мернике и определяют количество литров безводного спирта. Множитель составляет $0,9703 + 0,001 = 0,9713$.

$$0,9713 \text{ л безводного этанола содержится в } 1 \text{ л } 96,1\% \text{ этанола}$$

$$x \quad \quad \quad \text{в } 52 \text{ л}$$

$$x = 52 \cdot 0,97130 = 50,51 \text{ л безводного этанола.}$$

Таким образом, в счёте-фактуре выписано на 0,51 л безводного этанола меньше.

2 действие. Массу отпущенного этанола можно найти тремя способами:

1 вариант. Определение массы ведут по таблице VI ГОСТа. В крайней вертикальной графе находят концентрацию этанола при 20 °С, в верхней строке по горизонтали – десятые доли процента, на пересечении –

количество безводного этанола, содержащегося в 1 кг водно-спиртового раствора.

1,1924 л б/в этанола содержится в 1 кг 96,1% этанола

50,51 л б/в этанола – x кг 96,1% этанола

$$x = \frac{50,51 \text{ л} \cdot 1 \text{ кг}}{1,1924 \text{ л}} = 42,36 \text{ кг 96,1\% этанола}$$

2 вариант. Определяют массу по табл. 1 ГФ-ХІ. В пятой графе находят количество безводного этанола в 100 кг 96,1% раствора. Значения 96,1% в таблице нет, поэтому проводят интерполяцию:

С%	V б/в этанола
96,12% –	119,27 л б/в этанола 96,12%
<u>96,07% –</u>	<u>119,18 л б/в этанола 96,10%</u>
0,05% –	0,09 м 0,02%
0,02% –	x

$$x = 0,036$$

$$y = 119,27 - 0,036 = 119,234 \text{ л}$$

119,234 л б/в этанола содержится в 100 кг 96,1% этанола

50,51 л б/в этанола – x кг 96,1% этанола

$$x = 42,36 \text{ кг 96,1\% этанола}$$

3 вариант. Определение массы по плотности: $m = V \cdot \rho_{10^\circ\text{C}}$. Находят плотность 96,1% этанола при 10 °С по таблице II ГОСТа (задача 3, действие 2):

С%	$\rho_{10^\circ\text{C}}$
<u>96,0 % –</u>	<u>0,81613 97,0%</u>
<u>97,0% –</u>	<u>0,81197 96,1%</u>
-1% 0,00416	0,9%
0,9% – x	

$$x = -0,003744$$

$$\rho_{10^\circ\text{C}} = 0,81197 - (-0,003744) = 0,815714$$

$$m = 52 \cdot 0,815714 = 42,42 \text{ кг 96,1\% этанола.}$$

Ответ вариантов 1 и 2 более точный, т.к. все операции по взвешиванию, определению плотности проводят в воздухе, а не в вакууме.

Задача 7. Спиртозавод отпустил 200 л безводного этанола в виде этанола, концентрация которого равна 96%. Определите:

а) массу отпущенного этанола;

б) объём при температуре – 2 °С.

1 действие. Определение массы проводят по таблице VI ГОСТа. На пересечении показаний 96% (вертикальная графа) и 0,0% (верхняя горизонтальная строка) находят количество безводного этанола, содержащегося в 1 кг 96% раствора.

1,1905 л б/в этанола содержится в 1 кг 96% раствора

200 л б/в этанола – в x кг

$$x = \frac{200}{1,1905} = 167,997 \text{ кг 96\% этанола}$$

$$1,1905$$

2 действие. Объём этанола можно определить двумя способами.

1 вариант. Определение объема по таблице V ГОСТа. На пересечении показаний концентрации 96% и температуры $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ находят содержание безводного этанола в одном литре 96% раствора, отмеренного при температуре

$-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, отсюда:

0,9822 л б/в этанола содержится в 1 л 96% раствора

200 л б/в этанола – в x л (при $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$x = 203,625$ л 96% этанола при $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2 вариант. По таблице II ГОСТа находят плотность 96% этанола при температуре $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и по формуле рассчитывают объем 96% этанола:

$$V_{-2\text{ }^{\circ}\text{C}} = m / \rho_{-2\text{ }^{\circ}\text{C}}$$

В таблице II ГОСТа в верхней горизонтальной строке находят концентрацию этанола 96%, в крайней вертикальной – температуру минус $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, на пересечении – значение плотности – 0,8261. Объём 96% этанола при $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет:

$$V_{-2\text{ }^{\circ}\text{C}} = 167,982 / 0,8261 = 203,343 \text{ л.}$$

II. Разведение и укрепление водноспиртовых растворов

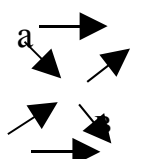
Задача 8. Получите 20 кг 90% этанола из 96,2% этанола при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Количество крепкого этанола находят по формуле: $m = M \cdot V / A$, где m – масса исходного крепкого этанола;

M – масса этанола, которую необходимо получить (желаемая);

V – желаемая концентрация этанола в % по массе;

A – исходная концентрация этанола в % по массе или по правилу смешения:



$$c \quad \frac{a - b}{(a - b) + (b - c)},$$

где a – концентрация в % по массе крепкого этанола;

b – концентрация в % по массе этанола, который необходимо получить;

c – концентрация в % по массе этанола низкой концентрации или воды (растворителя);

$(b - c)$ – количество крепкого раствора (по массе);

$(a - b)$ – количество растворителя (по массе);

$(a - b) + (b - c)$ – количество раствора требуемой концентрации (разведенного по массе).

1 действие. Переводят по алкоголиметрической табл. 1 ГФ-ХІ (графы 2 и 3) объёмные проценты в проценты по массе, применяя линейное интерполирование. Переводят 96,2% этанол в проценты по массе:

$$\begin{array}{r}
 \text{C \%} \qquad \text{C\%m} \\
 \underline{96,21\%v} - \underline{94,15\%m} \quad \underline{96,21\%v} \\
 \underline{96,16\%v} - \underline{94,08\%m} \quad \underline{96,20\%v} \\
 0,05\%v - 0,07\%m \quad 0,01 \\
 0,01\%v - x \\
 x = 0,014\%m \\
 94,15\%m - 0,014\%m = 94,14\%m
 \end{array}$$

2 действие. Переводят 90% этанол в проценты по массе:

$$\begin{array}{r}
 \text{C \%} \qquad \text{C\%m} \\
 \underline{90,02\%v} - \underline{85,68\%m} \quad \underline{90,02\%v} \\
 \underline{89,96\%v} - \underline{85,61\%m} \quad \underline{90,00\%v} \\
 0,06\%v - 0,07\%m \quad 0,02 \\
 0,02\%v - x \\
 x = 0,023\%m \\
 85,68\%m - 0,023\%m = 85,657\%m = 85,66\%m
 \end{array}$$

3 действие. Определяют массу разведенного этанола (90,0%)

$$x = M \cdot V / A; \quad x = 20 \cdot 85,657 / 94,136 = 18,199 \text{ кг}$$

4 действие. Рассчитывают количество воды

$$20 \text{ кг} - 18,199 \text{ кг} = 1,801 \text{ кг}$$

Задача 9. Сколько нужно добавить воды к 10 л 35% этанола, чтобы получить 30% этанол при 20 °С?

1 действие. По табл. 3 ГФ-ХІ в вертикальной графе находят крепость этанола 35%, в верхней горизонтальной строке – желаемую концентрацию разведенного этанола 30%, на пересечении – 167 мл воды, которое необходимо добавить к 1 л 35% этанола, чтобы получить 30 % этиловый спирт.

2 действие. Расчёт количества воды, которое необходимо добавить к 10 л 35% этанола для получения 30% этанола при 20 °С:

$$\begin{array}{r}
 \text{К 1000 мл 35\% этанола добавляют 167 мл воды} \\
 \text{к 10000 мл} \quad - \quad \text{x мл воды} \\
 x = 1670 \text{ мл} = 1,67 \text{ л воды}
 \end{array}$$

Задача 10. Сколько литров 96,5% этанола следует взять, чтобы получить 50 л 40% этанола при 20 °С?

1 действие. По табл. 5 ГФ-ХІ на пересечении вертикальной графы 96,5% и горизонтальной строки 40% находят: 414,5 мл этанола и 615,3 мл воды, для приготовления 1 литра 40% этанола.

2 действие. Рассчитывают количество 96,5% этанола и воды для получения 50 л 40% этанола:

$$\begin{array}{r}
 414,5 \text{ мл 96\% этанола необходимо для изготовления 1000 мл 40\% этанола} \\
 x - 50000 \text{ мл 40\% этанола} \\
 x = 20725 \text{ мл} = 20,725 \text{ л 96,5\% этанола}
 \end{array}$$

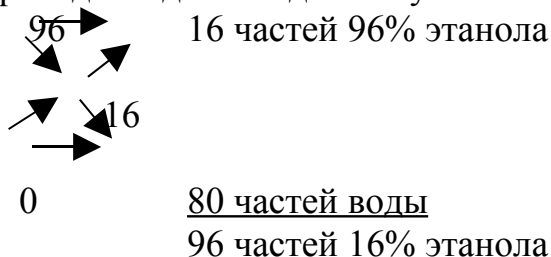
3 действие

$$615,3 \text{ мл воды} - 1000 \text{ мл 40 \% этанола}$$

y – 50000 мл 40 % этанола
 $y = 30,765$ л воды.

Задача 11. Сколько литров 96% этилового спирта нужно взять, чтобы получить 30 л 16% этанола при 20 °С?

1 действие. Проводят расчёты по правилу смешения, так как в табл. 5 ГФ-ХІ не приведены данные для получения 16% этанола:



Для получения 96 частей 16% этанола требуется 16 частей 96% этанола
 для получения 30 л – x л 96% этанола

$$x = 30 \cdot 16 / 96 = 5,0 \text{ л 96\% этанола}$$

2 действие. Для определения количества воды переводят объёмы желаемого и исходного этанола в массу по формуле:

$$M = V \cdot \rho.$$

Чтобы не проводить интерполяцию, значения плотностей этанола находят по таблице II ГОСТа при температуре 20 °С:

96% – 0,80748 (на пересечении строки 96% и графы 20 °С)

16% – 0,97787 (на пересечении строки 16% и графы 20 °С)

$$m_{96\% \text{ этанола}} = 5,0 \cdot 0,80748 = 4,04 \text{ кг}$$

$$m_{16\% \text{ этанола}} = 30 \cdot 0,97787 = 29,34 \text{ кг}$$

3 действие. Рассчитывают количество воды, необходимое для получения 30 л 20% этанола:

$$29,34 - 4,04 = 25,3 \text{ кг (л) воды.}$$

Задача 12. Сколько литров 96% этилового спирта при температуре + 10 °С необходимо взять для получения 600 л 70% этанола при 20 °С?

1 действие. Исходя из концентрации этанола, рассчитывают, сколько безводного спирта содержится в 600 л 70% этанола:

в 100 л 70% этанола содержится 70 л б/в спирта

в 600 л – x

$$x = 420 \text{ л безводного спирта.}$$

2 действие. По таблице V ГОСТа находят множитель и с его помощью определяют объем 96% этанола при + 10 °С:

0,9703 л б/в этанола содержится в 1 л 96% этанола при + 10 °С

420 л б/в этанола – x

$$x = 432,8558 \text{ л} = 432,86 \text{ л 96\% этанола при + 10 °С}$$

Задача 13. Сколько литров 95,6% этилового спирта необходимо добавить к 5 л рекуперата с концентрацией 12%, чтобы получить 20 л 40% этанола при 20 °С?

Определяют содержание абсолютного (безводного) этанола, исходя из данных концентраций.

1 действие. Сколько абсолютного этанола содержится в 20 л 40% этанола?
в 100 л 40% этанола содержится 40 л абсолютного спирта

в 20 л – x

$x = 20 \cdot 40/100 = 8$ л абсолютного этанола

2 действие. Сколько абсолютного этанола содержится в рекуперате:

в 100 л 12% этанола содержится 12 л абсолютного спирта

в 5 л – x

$x = 5 \cdot 12/100 = 0,6$ л абсолютного этанола.

3 действие. Сколько необходимо добавить абсолютного этанола к 12% рекуперату, чтобы получить 40% этанол:

$8 - 0,6 = 7,4$ л абсолютного этанола.

4 действие. Определяют объем 95,6% этанола, соответствующий 7,4 л абсолютного этанола (сколько 95,6% этанола следует добавить к 12% этанолу):

95,6 л абсолютного этанола содержится в 100 л 95,6% этанола

7,4 л – x

$x = 7,4 \cdot 100/95,6 = 7,74$ л 95,6% этанола.

Ответ: Для получения 20 л 40% этанола необходимо к 5 л 12% рекуперата добавить 7,74 л 95,6% этанола и 7,77 л рассчитанного количества воды (или довести водой до 20 л при 20 °С с учётом явления контракции).

III. Учёт этилового спирта

Задача 14. Израсходовано 100 л этанола концентрацией 30%. Определить объём израсходованного этанола в пересчёте на 95% этанол при 20 °С.

1 действие. Определяют израсходованное количество безводного этанола:

в 100 л 30% этанола содержится 30 л безводного этанола

в 100 л – x

$x = 30$ л безводного этанола.

2 действие. Сколько израсходовано 95% этанола?

95 л б/в этанола содержится в 100 л 95% этанола

30 л – x

$x = 100 \cdot 30/95 = 31,57$ л 95% этанола.

Задача 15. Определить массу и объём 95% этилового спирта, содержащегося в 100 л 90% этанола при 20 °С.

1 действие. Определяют количество этанола

90 л б/в этанола содержится в 100 л 90% этанола

x – в 100 л

$x = 90$ л б/в этанола.

2 действие. Определяют массу 95% этанола по таблице VI ГОСТа и находят, сколько безводного этанола содержится в 1 кг 95% этанола:

1,1723 л б/в этанола содержится в 1 кг 95% этанола

90 л б/в этанол – x
 $x = 1 \cdot 90 / 1,1723 = 76,772$ кг 95% этанола.

3 действие. Определяют объём 95% этанола
95 л б/в этанола содержится в 100 л 95% этанола
90 л б/в спирта – x
 $x = 90 \cdot 100 / 95 = 94,736$ л 95 % этанола.

Задача 16. Израсходовано 150 л 70% этанола, отмеренного при температуре 22 °С.

Определить объём израсходованного этанола в пересчёте на безводный этанол, а также объём и массу 95% этанола при 20 °С.

1 действие. Определяют объём безводного этанола. По таблице V ГОСТа находят множитель для 70% при температуре 22 °С и вычисляют количество безводного этанола.

В 1 л 70% при 22 °С содержится 0,6987 л б/в этанола
в 150 л – x
 $x = 0,6987 \cdot 150 = 104,805$ л б/в спирта.

2 действие. Определяют объём 95% этанола
95 л б/в этанола содержится в 100 л 95% этанола
104,805 л – x
 $x = 104,805 \cdot 100 / 95 = 110,32$ л 95% этанола.

3 действие. Определяют массу 95%, используя таблицу VI ГОСТа
1,1723 л б/в этанола содержится в 1 кг 95% этанола
104,805 л – x кг
 $x = 104,805 / 1,1723 = 89,39$ кг 95% этанола

Задача 17. Со склада получено 200 л этилового спирта концентрации 96,2%. Израсходовано 150 л 70% этанола, затем 100 л 70% этанола. Определить остаток этанола по объёму и массе в пересчёте на 95% этанол. Температура во всех случаях соответствует 20 °С.

Решение проводят через определение безводного этанола.

1 действие. Сколько безводного спирта получено со склада?
в 100 л 96,2% этанола содержится 96,2 л б/в этанола
в 200 л – x
 $x = 96,2 \cdot 200 / 100 = 192,4$ л б/в этанола.

2 действие. Сколько безводного этанола израсходовано?

А) Израсходовано 150 л + 100 л = 250 л 70% этанола.
Б) В 100 л 70% этанола содержится 70 л б/в этанола
в 250 л – x
 $x = 175$ л б/в спирта.

3 действие. Определяют остаток безводного этанола
 $192,4 - 175$ л = 17,4 л б/в этанола.

4 действие. Рассчитывают остаток безводного этанола в пересчёте на 95% этанол

95 л б/в этанола содержится в 100 л 95% этанола

17,4 л – x

$x = 17,4 \cdot 100 / 95 = 18,31$ л 95% этанола.

5 действие. Определение массы 95% этанола проводят по таблице VI ГОСТа

1,1723 л б/в этанола содержится в 1 кг 95% этанола

17,4 л – x

$x = 17,4 \cdot 1 / 1,1723 = 14,84$ кг 95% этанола.

Задача 18. Стекланный спиртомер класса А при температуре 17,7 °С погружается до деления 98,7. Определить содержание этанола в объёмных процентах. Сколько литров безводного этанола при 20 °С содержится в 100 кг исследуемого этанола? Определить объём и массу этанола в пересчете на 95% этанол.

1 действие. По таблице III А ГОСТа (том 3) $C\% = 99,1\%$.

2 действие. По таблице VI ГОСТа определяют объём б/в этанола

$1,2502 \cdot 100 = 125,02$ л б/в этанола.

3 действие. Определяют объём 95% этанола

95 л б/в – 100 л 95% этанола

125,02 л б/в – x

$x = 131,6$ л 95%.

4 действие. Определяют массу 95% этанола по таблице VI ГОСТа.

1,1723 л б/в этанола содержится в 1 кг 95% этанола

125,02 л б/в – x

$x = 106,626$ кг 95% этанола.

Задача 19. Стекланный спиртомер класса А при температуре 20,5 °С погружается до деления 98,0. Определить содержание этанола в объёмных процентах. Сколько килограммов безводного этанола при 20 °С содержится в 100 л исследуемого этанола?

1 действие. По табл. III А ГОСТа (том 3) $C\% = 97,9\%$

2 действие. По табл. 1 ГФ XI находят массу б/в этанола

$m = 77,28$ кг б/в этанола содержится в 100 л 97,9% этанола.