

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Тверской государственный университет

Д.С. Исаев

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ХАРАКТЕРА  
ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Методические рекомендации для учащихся 10-х классов

ТВЕРЬ 2003

УДК 546 (075.3)  
ББК Г1я721-5  
И 85

**Рецензенты:**

Кандидат химических наук, доцент ТГУ

**Ю.А. Рыжков**

Заведующий кабинетом химии ТОИУУ

**С.И. Политова**

Заслуженный учитель Российской Федерации

**Р.П. Калёнова**

**Исаев Д.С.**

И 85 Практические работы исследовательского характера по органической химии: Методические рекомендации для учащихся 10-х классов. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2003.- 52 с.: ил.

Пособие адресовано учащимся 10-х классов. Оно содержит описания экспериментальных работ; контрольные вопросы творческого характера; рекомендации по представлению результатов; более ста качественных и количественных задач и упражнений; итоговый тест для контроля усвоения экспериментальных умений и справочные данные, необходимые для выполнения практических работ.

Выполнение предложенных работ направлено на совершенствование знаний учащихся по органической химии, формирование у них исследовательских навыков и творческого химического мышления.

Пособие будет полезно не только учащимся средних общеобразовательных учреждений, гимназий и лицеев, но и студентам педагогических вузов, учителям химии.

УДК 546 (075.3)  
ББК Г1я721-5

*Рисунки для оформления обложки заимствованы из книги В. Малышкиной «Занимательная химия» (СПб.: Тригон, 2001).*

*Убедительная просьба о результатах работы с пособием и пожелания по его дальнейшему улучшению сообщить автору по адресу: 170037, г. Тверь, ул. Склизкова, 95, МОУ СОШ № 43, кабинет химии.*

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Предисловие для учащихся.....	4
Экспериментальные работы практикума	
№1. Идентификация неизвестного органического вещества.....	6
№2. Доказательство строения органических соединений.....	11
№3. Получение мыла из жира и исследование его свойств.....	13
№4. Определение аскорбиновой кислоты .....	19
№5. Изучение скорости спиртового брожения под действием дрожжей.....	22
Контрольные вопросы по работам практикума.....	30
Тестовый контроль усвоения экспериментальных умений по химии.....	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	35
ПРИЛОЖЕНИЯ	
1. Расчет молярного объема газа.....	36
2. Вывод уравнения прямой.....	36
3. Давление водяного пара при разных температурах.....	36
4. Физические величины и единицы их измерения.....	37
5. Физические свойства некоторых органических веществ.....	37
6. Эбуллиоскопические и криоскопические постоянные некоторых растворителей.....	39
7. Качественные реакции на органические вещества.....	40
8. Определитель органических веществ.....	42
9. Чистящие и моющие средства в быту.....	47
10. Содержание аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах.....	49
11. Рекомендуемое суточное потребление аскорбиновой кислоты для различных возрастных групп.....	50
ОТВЕТЫ К РАСЧЕТНЫМ ЗАДАЧАМ.....	51

## ПРЕДИСЛОВИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ

В данном пособии приведены практические работы исследовательского характера по органической химии для 10-х классов\*.

Перед выполнением практической работы внимательно прочтите описание. Если во введении появляется новый для вас материал, то будет разумно составить его краткий конспект в рабочей тетради еще дома, до урока.

После выполнения экспериментальной части работы сразу приступайте к оформлению лабораторного журнала и анализу полученных экспериментальных данных (см. **ПРИЛОЖЕНИЯ 1-4**).

Можно рекомендовать следующую последовательность записей в рабочем журнале.

1. Дата.
2. Название работы.
3. Цель эксперимента.
4. Условия проведения эксперимента (температура, атмосферное давление).
5. Реактивы и оборудование. Схема установки.
6. Сводка формул, необходимых для расчетов. Предварительные расчеты.
7. Таблица для непосредственной записи измерений и первоначальных расчетов.
8. Графики с результатами измерений.
9. Подробное описание эксперимента.
10. Вычисления.
11. Таблица и графики с результатами вычислений.
12. Выводы.

Большое значение имеет правильная и четкая защита работы на последнем уроке практикума. При защите закрепленной за группой работы ученик (или группа учащихся) излагает методику работы, конкретные результаты, полученные на каждом этапе исследования, выводы и, что очень важно, предложения по дальнейшим исследованиям. На защиту работы отводится 6-8 минут.

Учителю в письменной форме сдается отчет о работе (один от группы), включающий введение (название работы, цель), методику эксперимента, результаты эксперимента в обобщенном виде (в том числе и результаты, полученные другими группами учащихся своего и параллельных классов), выводы.

---

\* Практические работы, посвященные белкам и полимерам (синтетическим и натуральным каучукам и волокнам), предусмотрены в тематических практикумах для учащихся 11-х классов.

Наиболее ответственной частью отчета являются выводы: нужно очень кратко рассказать о результатах исследования (что исследовано, доказано, показано, обнаружено, установлено, определено, выявлено и т.п.). Количество выводов определяется содержанием практической работы (как правило, не более двух или трех).

Особое внимание следует обратить на контрольные вопросы к практикумам. Некоторые из них потребуют от вас творческого решения.

Имейте в виду, что результаты вашей работы во время практикума будут оцениваться по следующим видам учебной деятельности:

1. Подготовка к практическому занятию.
2. Выполнение практической работы.
3. Записи в личном рабочем журнале (оформление тетради для практических работ).
4. Защита на уроке обобщения результатов практикума.
5. Отчет о проделанной работе.

*Желаю творческих успехов!*

*Автор*

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1****ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕИЗВЕСТНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА**

1. Введение. В данной работе необходимо распознать по физическим и химическим свойствам выданное вещество. Для облегчения задачи список возможных веществ, находящихся в лаборатории, а также их физические свойства, взятые из справочника, приведены в **ПРИЛОЖЕНИИ 5.**

2. Реактивы и оборудование: исследуемые вещества, шпатель, спиртовка, дистиллированная вода, 5% растворы  $NaOH$  и  $NaHCO_3$ ; раствор  $HCl$ ; концентрированная серная кислота; пробирки; этиловый спирт; уксусная кислота; бензол; индикаторы; весы с разновесами; пикнометр; установка для определения температуры кипения, плавления и кристаллизации; растворы  $CuSO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $KMnO_4$ ,  $FeCl_3$ ,  $I_2$ ,  $Br_2$ ; аммиачный раствор  $Ag_2O$ ; концентрированная  $HNO_3$ ; раствор извести  $CaOCl_2$ ;  $CuO$ ; металлический натрий; установка для определения плотности жидкости (по сравнению с дистиллированной водой).

3. Порядок и техника проведения

1. Предварительное исследование вещества:

А. Описать внешние свойства вещества (агрегатное состояние, цвет, запах, однородность и т.п.).

Б. У кристаллических веществ постараться определить температуру плавления, у жидких – температуру кипения.

В. Провести прокаливание вещества, наблюдая за происходящими изменениями (характер плавления - разлагается ли вещество, характер горения, цвет пламени, запах). Если вещество горит слабосветящимся пламенем (почти голубое), это указывает на присутствие в нем кислородсодержащих функциональных групп. Желтое светящееся (копящее) пламя характерно для богатых углеродом соединений (ароматические и ацетиленовые углеводороды). Несгораемый остаток свидетельствует о присутствии в веществе металла.

Г. Определить растворимость вещества в различных растворителях: воде; 5% растворе гидроксида натрия, гидрокарбоната натрия, соляной кислоте; концентрированной серной кислоте; этиловом спирте; бензоле; уксусной кислоте. В случае плохой растворимости в неорганических растворителях нерастворившееся вещество отделяют, а раствор нейтрализуют и наблюдают, не выделяется ли из него исходное соединение. Помутнение нейтрализованного фильтрата указывает на свойства вещества: кислые – растворителем была щелочь или сода; основные – кислый растворитель. В разбавленной соляной кислоте растворяются вещества основного характера (например, амины), в растворе гидрокарбоната - вещества сильнокислотные (например, кислоты карбоновые и сульфоновые), а в щелочах - вещества кислого характера (например, кислоты, фенолы). В

концентрированной серной кислоте растворение часто сопровождается разогреванием, изменением цвета раствора, что связано с химическим взаимодействием вещества с серной кислотой. Так реагируют многие кислородсодержащие соединения (эферы, спирты). Серную кислоту налить в пробирку (2-3 мл), а затем постепенно прибавлять исследуемое вещество, наблюдая за происходящими изменениями.

Д. Определить плотность вещества. Причем определение плотности жидкостей можно провести с помощью пикнометра (взвешиванием точного объема вещества) или, воспользовавшись прибором (см. рис.1), по высоте столба исследуемой жидкости по сравнению с дистиллированной водой

$$\rho(\text{ж}) = \frac{\rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot h(\text{H}_2\text{O}) \cdot k}{h(\text{ж})}, \quad (1)$$

где  $k$  – поправочный коэффициент;  $\rho(\text{ж})$  – плотность исследуемой жидкости, г/см<sup>3</sup>;  $\rho(\text{H}_2\text{O})$  – плотность воды, г/см<sup>3</sup>;  $h(\text{H}_2\text{O})$  – высота столба воды, см;  $h(\text{ж})$  – высота столба исследуемой жидкости, см.

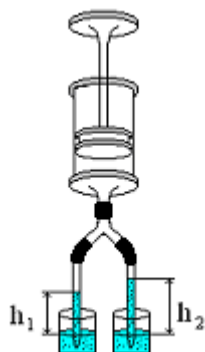


Рис.1. Схема установки для определения плотности жидкости

Е. Определить реакцию среды вещества или его раствора.

2. Определение молярной массы исследуемого вещества:

А. Определение молярной массы по повышению температуры кипения его раствора:

- 1) определить температуру кипения чистого растворителя;
- 2) растворить в точном количестве растворителя навеску исследуемого вещества;
- 3) определить повышение температуры кипения  $\Delta T$ ;
- 4) рассчитать молярную массу по формуле

$$M(\text{в-ва}) = \frac{K_3 \cdot m(\text{в-ва})}{\Delta T \cdot m(\text{р-теля}) \cdot 10^{-3}}, \quad (2)$$

где  $K_3$  – эбуллиоскопическая постоянная растворителя, К·моль<sup>-1</sup>·кг;  $M(\text{в-ва})$  – молярная масса исследуемого вещества, г/моль;  $m(\text{в-ва})$  – навеска исследуемого вещества, г;  $\Delta T$  – повышение температуры кипения, К;  $m(\text{р-теля})$  – масса растворителя, г.

Б. Определение молярной массы по понижению температуры замерзания раствора:

- 1) определить температуру кристаллизации чистого растворителя;
- 2) растворить в точном количестве растворителя навеску исследуемого вещества;
- 3) определить понижение температуры кристаллизации  $\Delta T$ ;
- 4) рассчитать молярную массу по формуле

$$M(\text{в-ва}) = \frac{K_K \cdot m(\text{в-ва})}{\Delta T \cdot m(\text{р-теля}) \cdot 10^{-3}}, \quad (3)$$

где  $K_K$  – криоскопическая постоянная растворителя, К·моль<sup>-1</sup>·кг;  $M(\text{в-ва})$  – молярная масса исследуемого вещества, г/моль;  $m(\text{в-ва})$  – навеска исследуемого вещества, г;  $\Delta T$  – понижение температуры кристаллизации, К;  $m(\text{р-теля})$  – масса растворителя, г.

Значения эбуллио- и криоскопических констант для наиболее часто употребляемых растворителей приведены в **ПРИЛОЖЕНИИ 6**.

### 3. Открытие функциональных групп

Основываясь на результатах исследования физических свойств, определить класс анализируемого вещества. Затем проделать качественные реакции на предполагаемые функциональные группы. Прежде чем проводить ту или иную реакцию с анализируемым веществом, целесообразно сделать опыт с заведомо известным соединением данного класса. И только затем переходить к пробам с анализируемым веществом (см. **ПРИЛОЖЕНИЯ 7 и 8**).

### 4. Оформление результатов исследований

Полученные результаты представить в виде таблицы (вид таблицы выбрать самостоятельно). Сделать вывод.

#### 4. Задачи к работе

1. При окислении углеводорода «А» образуется соединение «В» в количестве, вдвое большем, чем вещество «А». При взаимодействии «В» с магнием образуются вещество «С» и водород. Привести возможные формулы веществ. Написать УХР.
2. Соединение «А» в определенных условиях способно присоединять бром, бромоводород и водород, однако не реагирует с озоном и с водным раствором перманганата калия при стандартных условиях. При действии хлора на свету вещество «А» дает только одно монохлорпроизводное. Определить простейшее вещество «А», которое имеет перечисленные химические свойства. Написать УХР.
3. Углеводород «А» легче воздуха, при гидрировании образует соединение «В» тяжелее воздуха. «В» вступает в реакцию замещения с хлором, образуя «С» – жидкость, легко переходящую в газ, на чем основано ее применение в медицине для местной анестезии. Привести возможные формулы веществ. Написать УХР.
4. Вещество «А» представляет собой бесцветную жидкость со своеобразным запахом, легче воды и хорошо в ней растворяется. При нагревании этого вещества в присутствии концентрированной серной кислоты образуется газ «В» легче воздуха. Взаимодействуя с бромоводородом, «В» образует тяжелую жидкость «С». Привести возможные формулы веществ. Написать УХР.



- 5.** Углеводород «А» тяжелее воздуха, при дегидрировании образует соединение «В», которое легче воздуха. «В» при определенных условиях превращается в соединение «С», имеющее тот же качественный и количественный состав, что и «В», но отличающееся тем, что не вступает в реакцию с хлороводородом. Привести формулы. Написать УХР.
- 6.** При нагревании углеводорода «А» образуются два вещества – простое и сложное «В». При пропускании «В» через трубку с активированным углем, нагретым до 650°C, образуется вещество «С» – легкокипящая, бесцветная, нерастворимая в воде жидкость со своеобразным запахом. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 7.** Вещество «А» бурно реагирует с водой с образованием двух сложных веществ, одно из которых – «В» – газообразное. Это вещество способно присоединить хлор в объеме, вдвое больше своего объема, при этом образуется вещество «С» – растворитель многих органических веществ. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 8.** Легкокипящая бесцветная жидкость «А» со своеобразным запахом, нерастворимая в воде, способна реагировать с хлором с образованием разных соединений в зависимости от условий. На свету получается только соединение «В», в присутствии катализатора – 2 вещества – жидкость «С» и газ, образующий белый осадок при пропускании через водный раствор нитрата серебра. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 9.** Углеводород «А», подвергаясь одновременному дегидрированию и циклизации, превращается в соединение «В», которое способно при воздействии смеси концентрированных серной и азотной кислот образовать «С» – взрывчатое вещество. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 10.** При пропускании паров вещества «А» над нагретым платиновым катализатором образуются жидкость «В» со своеобразным запахом и газ, объем паров которого в 4 раза превышает объем паров вещества «А». При действии смеси концентрированных азотной и серной кислот из «В» образуется «С» – тяжелая желтоватая жидкость с запахом горького миндаля. Плотность паров вещества «С» в 4 раза больше плотности метиламина. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 11.** Вещество «А» представляет собой бесцветную жидкость со своеобразным запахом, легче воды и хорошо в ней растворяется. При нагревании этого вещества в присутствии концентрированной серной кислоты образуется газ «В» легче воздуха. Взаимодействуя с бромоводородом, «В» образует тяжелую жидкость «С». Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 12.** Два газа «А» (простое вещество) и «В» (сложное вещество) вступают между собой в реакцию при температуре 300°C и давлении 10 Мпа (катализаторы – оксиды цинка, хрома, меди). Такое соединение «С» вступает в реакцию межмолекулярной дегидратации, образуя при этом летучую жидкость. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 13.** Соединение «А» – белое кристаллическое вещество, окрашивающее пламя в фиолетовый цвет, хорошо растворяется в воде. При пропускании газа «В» через водный раствор вещества «А» происходит его помутнение, связанное с образованием малорастворимого в воде, но хорошо растворимого в щелочах вещества «С», обладающего характерным запахом. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 14.** При пропускании через водный раствор соли «А» углекислого газа происходит помутнение раствора, поскольку образуется малорастворимое соединение «В». При добавлении к соединению «В» бромной воды появляется белый осадок вещества «С». Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 15.** Бесцветный газ «А», немного легче воздуха, почти не имеющий запаха, при окислении кислородом в присутствии хлоридов палладия и меди превращается в соединение «В». При пропускании паров вещества «В» вместе с водородом над нагретым никелевым катализатором образуется соединение «С», обладающее наркотическим действием. Взаимодействуя с гидроксидом меди (II), соединение «В» окисляется до вещества «D»,

- водный раствор которого имеет кислую реакцию. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 16.** Вещество «А» вступает в реакцию «серебряного зеркала». Окислением «А» получают «В», которое вступает в реакцию с метанолом в присутствии концентрированной серной кислоты; при этом образуется «С» - вещество, обладающее приятным запахом. При сгорании вещества «С» образуется углекислого газа в 1,5 раза больше, чем при сгорании вещества «В». Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 17.** Кислородсодержащее соединение «А» имеет кислую реакцию водного раствора; оно реагирует со спиртами с образованием нерастворимых в воде жидкостей и обесцвечивает бромную воду. Привести простейшую формулу вещества. Написать УХР.
- 18.** При окислении углеводорода «А» образуется соединение «В» в количестве, вдвое большем, чем вещество «А». При взаимодействии «В» с магнием получаются вещество «С» и водород. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 19.** Соединение «А», широко используемое в быту, - белое твердое вещество, окрашивающее пламя в желтый цвет, малорастворимо в воде. При обработке водного раствора вещества «А» соляной кислотой выпадает осадок «В», а при обработке такого же раствора «А» раствором бромида кальция образуется осадок «С». Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 20.** Соединение «А» – жидкость с приятным запахом. При гидролизе «А» образуются два соединения с одинаковым числом атомов углерода. Одно из соединений - «В» - используется в производстве искусственного волокна. При взаимодействии «В» с хлором на свету образуются две кислоты, разные по силе; кислота «С» – более слабая. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 21.** Соль «А» окрашивает пламя горелки в желтый цвет. При действии концентрированной серной кислоты из соли вытесняется вещество «В», которое с этанолом образует вещество «С», обладающее приятным запахом и малорастворимое в воде. При сгорании вещества «С» выделяется углекислого газа в 2 раза больше, чем при сгорании вещества «В». Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 22.** Жидкая, нерастворимая в воде кислота «А» реагирует с соединением «В» в стехиометрическом соотношении 3:1, образуя при этом вещество «С», которое является представителем одного из важнейших классов веществ, входящих в состав пищи. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 23.** Твердое вещество «А» с достаточно большой относительной молекулярной массой вступает в реакцию гидролиза, при этом получают только два вещества. Одно из них – «В» - вступает в реакцию с гидроксидом меди (II) с образованием раствора ярко-синего цвета. Вещество «В» вступает в реакцию с натрием, выделяя водород и образуя твердое вещество «С», не устойчивое в водном растворе. Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 24.** Твердое вещество «А» с достаточно большой относительной молекулярной массой гидролизуется в присутствии гидроксида калия с образованием двух веществ, одно из которых – «В» – получается в количестве, втрое большем, чем другое. При действии серной кислоты на водный раствор «В» выпадает белый осадок вещества «С». Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 25.** Соединение «А» – тяжелая желтоватая жидкость с запахом горького миндаля. Соединение «А» при действии железных стружек в кислой среде восстанавливается в соединение «В» – бесцветную маслянистую жидкость, малорастворимую в воде. При действии концентрированной соляной кислоты на «В» происходит экзотермическая реакция с образованием соли «С». Привести формулы веществ. Написать УХР.
- 26.** Соединение «А» - кристаллическое вещество, растворимое в воде, образующее с нитратом серебра белый творожистый осадок. При действии гидроксида натрия на вещество «А» получается соединение «В», бесцветная маслянистая жидкость, малорастворимая в воде.

При действии бромной воды на «В» выпадает белый осадок вещества «С». Привести формулы веществ. Написать УХР.

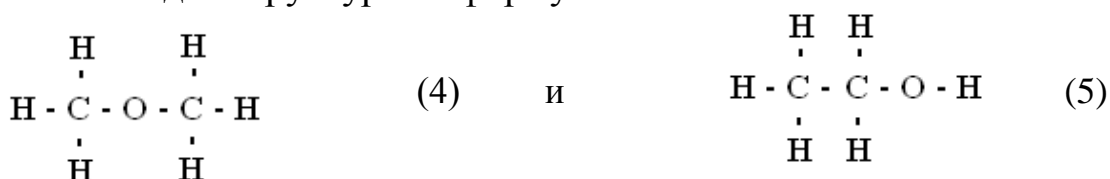
**27.** Соль «А», водный раствор которой образует с нитратом серебра белый творожистый осадок, при действии щелочи выделяет газ «В», при сгорании которого выделяются два газа, не поддерживающие горения, один из которых – «С» - вызывает помутнение известковой воды. Привести формулы веществ. Написать УХР.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

### ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Введение. В органической химии очень широко используется понятие «изомерия» – явление существования изомеров, веществ с одинаковым качественным и количественным составом, но различным строением. Именно поэтому исследователям, установившим качественный состав органического соединения, приходится прибегать к физико-химическим методам анализа структуры вещества.

Так, спирты изомерны простым эфирам. Например, брутто-формуле  $C_2H_6O$  отвечают две структурные формулы:



В первом случае все связи С – Н равноценны, а во втором случае видно, что один атом водорода более подвижен, так как соединен с более электроотрицательным кислородом. Как известно, спирты реагируют с активными металлами, например с натрием. Если формула спирта - (4), то в результате этой реакции из 1 моль спирта выделится 3 моль водорода. Если же формула спирта - (5), то из 1 моль спирта выделится  $\frac{1}{2}$  моль водорода. Для экспериментального определения строения спирта проводят реакцию взаимодействия его точного количества с натрием. По объему выделившегося водорода устанавливают строение, отвечающее в данном случае формуле (5).

В практической работе предлагается исследовать строение органических кислот (установить их основность по реакции со щелочью).

2. Реактивы и оборудование: штатив с лапкой; бюретка для титрования; конические колбы (3 шт.); химический стакан на 50 мл; пипетка на 5 или 10 мл; груша; фенолфталеин; 0,1 М растворы  $NaOH$  или  $KOH$ , уксусной, щавелевой и лимонной кислот.

### 3. Порядок и техника проведения работы

1. Разработать методику и определить экспериментально основность уксусной, щавелевой и лимонной кислот.
2. На основе полученных расчетно-экспериментальных данных объяснить строение этих кислот.
3. Результаты исследования представить в виде таблицы.
4. Сделать вывод.

#### 4. Задания к работе

- 28.** Напишите формулу 2,5–диметил–3,4–диэтилгексана. Привести формулу его изомера, в молекуле которого имеются три третичных атома углерода.
- 29.** В молекуле алкана имеются только первичные и третичные атомы углерода. Первичных атомов в два раза больше, чем третичных. Написать формулу такого алкана.
- 30.** В молекуле алкана имеются только первичные и вторичные атомы углерода. Вторичных атомов в два раза больше первичных. Написать формулу такого алкана.
- 31.** Привести формулу алкана, в молекуле которого кроме первичных атомов углерода имеется по одному вторичному и третичному атому углерода.
- 32.** В молекуле одного из алканов находится  $34 e^-$ . Составить структурные формулы всех его изомеров.
- 33.** Написать формулы всех нециклических изомеров состава  $C_5H_6$ .
- 34.** Написать формулу углеводорода, в молекуле которого имеются 10  $\sigma$  – связей и 3  $\pi$  – связи и который может существовать в виде цис- и транс- изомеров.
- 35.** Привести формулу углеводорода разветвлённого строения, в молекуле которого имеются 11  $\sigma$  – связей и 1  $\pi$  – связь.
- 36.** Привести формулу углеводорода, в молекуле которого имеются:
- А) 6  $\sigma$  – связей и 2  $\pi$  – связи,  
Б) 5  $\sigma$  – связей и 4  $\pi$  – связи,  
В) 9  $\sigma$  – связей и 2  $\pi$  – связи.
- 37.** Привести формулу нециклического углеводорода, в молекуле которого
- А) имеются атомы углерода в состоянии  $sp^3$ -,  $sp^2$ - и  $sp$ - гибридизации,  
Б) все четыре атома углерода находятся в состоянии  $sp$ - гибридизации,  
В) все четыре атома углерода находятся в состоянии  $sp^2$ - гибридизации.
- 38.** Привести формулу углеводорода неразветвлённого строения, в молекуле которого есть 11  $\sigma$  – связей и 1  $\pi$  – связь, и формулу его изомера, не имеющего  $\pi$  – связей.
- 39.** Привести структурные формулы всех алкадиенов, в молекулах которых находится по 38  $e^-$ .
- 40.** Составить структурные формулы всех изомеров диметилциклопропана.
- 41.** Написать формулы всех изомерных:
- А) трихлорбензолов,  
Б) винилизопропилбензолов,  
В) метилциклогексенов,  
Г) тетравинилбензолов.
- 42.** Нафталин представляет собой конденсированную систему, состоящую из двух бензольных колец. Сколько может быть изомерных дихлорнафталинов? Написать структурные формулы всех изомеров.
- 43.** Привести структурные формулы всех циклоалканов, в молекулах которых находится по 40  $e^-$ .
- 44.** Привести структурную формулу ароматического углеводорода, имеющего в молекуле 50  $e^-$ .
- 45.** Привести структурную формулу любого циклоалкана, имеющего в молекуле 48  $e^-$ .
- 46.** Написать формулу простейшего третичного спирта с четырьмя первичными атомами углерода. Привести формулу изомера этого соединения, не являющегося спиртом.
- 47.** Привести формулы всех ароматических спиртов состава  $C_8H_{10}O$ .
- 48.** Написать структурные формулы всех фенолов, имеющих в составе
- А) одну  $OH$  – группу и четыре метильных радикала,  
Б) одну  $OH$  – группу и два  $C_4H_9$  – радикала,

В) две  $\text{OH}$  – группы и один  $\text{C}_4\text{H}_9$  – радикал,

Г) три  $\text{OH}$  – группы и один  $\text{C}_3\text{H}_7$  – радикал.

**49.** Среди перечисленных соединений выбрать изомеры: диметилфенол, бензойная кислота, дигидроксibenзол, бензиловый спирт, метиловый эфир бензойной кислоты, метилфениловый эфир, метилфенол.

**50.** Написать структурные формулы всех альдегидов состава

А)  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ ,

Б)  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ .

**51.** Написать структурную формулу альдегидоспирта, являющегося производным бутана, и всех его изомеров, содержащих карбонильную группу.

**52.** Написать формулы всех карбоновых кислот состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ .

**53.** Написать формулы всех циклических карбоновых кислот состава  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ .

**54.** Написать формулы всех насыщенных нециклических монокарбоновых кислот, имеющих в молекуле 14 атомов водорода и четвертичный атом углерода.

**55.** Написать формулы всех моноклорпроизводных насыщенных нециклических монокарбоновых кислот, имеющих в молекуле пять атомов углерода и разветвлённый углеродный скелет.

**56.** Одноосновная кислота, производная пентана, содержит одну двойную и одну тройную углерод-углеродные связи. Написать структурные формулы всех её изомеров, являющихся кислотами.

**57.** Привести формулы простейших веществ с разветвлённым природным скелетом

А) альдегидокислоты,

Б) спиртокислоты.

**58.** Привести формулы простейшего соединения, имеющего три разные функциональные группы, каждая из которых содержит атом кислорода. Привести формулу изомера этого соединения.

**59.** Привести структурные формулы всех изомерных сложных эфиров состава  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$  с разветвлённым углеродным скелетом.

**60.** К перечисленным веществам - метилформиат, бензиловый спирт, пропаналь, метилфенол, ацетон - добавить одно; в результате должны получиться три пары изомеров. Написать формулы всех веществ и указать пары изомеров.

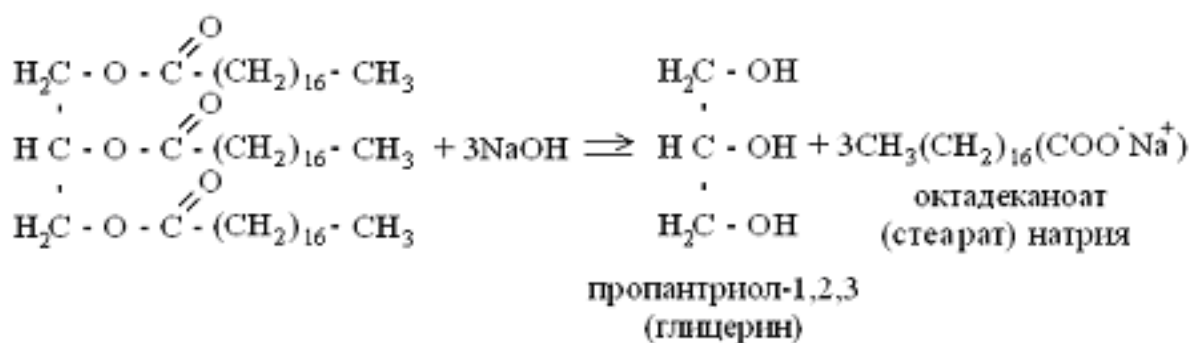
**61.** К перечисленным веществам - метилфениловый эфир, диметилфенол, пропионовая кислота, метилацетат, этилфенол - добавить одно; в результате должны получиться три пары изомеров. Написать формулы всех веществ и указать пары изомеров.

**62.** К перечисленным веществам - бутанол, метилизопропиловый эфир, циклобутанол, бутаналь, изопропиловый эфир муравьиной кислоты - добавить одно; в результате должны получиться три пары изомеров. Написать формулы всех веществ и указать пары изомеров.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

#### ПОЛУЧЕНИЕ МЫЛА ИЗ ЖИРА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

1. Введение. Мыла представляют собой соли (чаще всего натриевые или калиевые) длинноцепочечных жирных кислот (одноосновных алифатических карбоновых кислот), главным образом пальмитиновой, стеариновой и олеиновой. Их получают кипячением животного сала либо растительного масла с гидроксидом натрия или калия:



Получение мыла из жиров может быть выполнено в различных вариантах. Эти варианты отличаются друг от друга как по степени полноты гидролиза жира, так и по тому, в водной или спиртовой среде производится омыление. Производственный процесс осуществляется в водной среде. Так как он идет довольно медленно (несколько часов), то омыление можно провести в спиртовом растворе. Спирт, обладающий свойством растворять не только щелочь, но и жир, создает однородную среду, что значительно ускоряет реакцию.

При использовании гидроксида калия получается более мягкое мыло (жидкое). Процесс получения мыла называется омылением. По завершении омыления к продуктам реакции добавляют хлорид натрия (насыщенный раствор) для «высаливания» полученного мыла (всплывает на поверхности).

Мыло является поверхностно-активным веществом (ПАВ), то есть веществом, снижающим поверхностное натяжение воды и потому повышающим ее смачивающее действие. Очищающее действие мыла обусловлено тем, что анионы мыла обладают сродством как к жирным загрязнениям, так и к воде. Анионная карбоксигруппа обладает сродством к воде: она гидрофильна. Углеводородная цепь жирной кислоты обладает сродством к жирным загрязнениям. Она представляет собой гидрофобный конец молекулы мыла. Этот конец растворяется в капле грязи, в результате чего происходит ее превращение в мицеллу (агрегат из грязного жира и молекул мыла). Удаление мицелл с загрязненной поверхности достигается ее промыванием водой (рис.2.).



А. Структура молекулы мыла



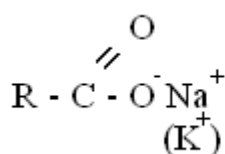
Б. Растворение углеводородного конца аниона молекулы мыла в грязном жире



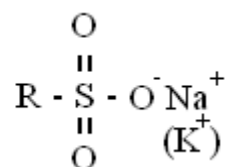
В. Образование мицеллы грязного жира

Рис.2. Моющее действие мыла (углеводородные цепи анионов мыла (а) растворяются в жирной грязи (б), это приводит к образованию мицелл жирной грязи (в), которые смываются водой)

Взаимодействуя с ионами кальция, которые содержатся в жесткой воде, мыло образует нерастворимые кальциевые соли. В результате этого вместо пены появляется пленка на поверхности воды и мыло расходуется бесполезно. Синтетические моющие средства (СМС) лишены этого недостатка (детергенты):

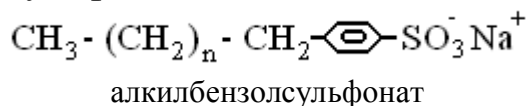


мыло



типичное синтетическое средство

Распространенными синтетическими моющими средствами являются алкилбензолсульфонаты:



Неразветвленные алкилбензолсульфонаты сравнительно устойчивы к биоразложению. Чем сильнее разветвлена алкильная группа, тем труднее бактериям отщепить алкильную группу. Сильно разветвленные алкилбензолсульфонаты вообще не подвергаются биоразложению и по этой причине больше не используются в развитых странах.

Типичный стиральный порошок содержит около 20% синтетического моющего средства и приблизительно 30% неорганических фосфатов. Фосфаты удаляют растворимые соли кальция. К сожалению, эти фосфаты попадают в сточные воды, а далее в водоемы. Являясь питательной средой для определенных водорослей, фосфаты вызывают

заболачивание водоема и постепенную гибель водных растений и животных (см. также **ПРИЛОЖЕНИЕ 9**).

Растворы стиральных порошков, как и растворы хозяйственного мыла могут быть щелочными; в этом случае в них рекомендуется стирать хлопок и лен, но не шерсть и не шелк. Однако есть и нейтральные средства, их нередко выпускают не в виде порошков, а в виде жидкостей; они хороши для шерсти, шелка и синтетических тканей. Если возникнут сомнения, стоит ли стирать тем или иным порошком шерстяной свитер, то проведите пробу с фенолфталеином (см. опыт № 3).

В данной работе предлагается получить мыло, исследовать его свойства и рассчитать экономические затраты на его производство из подсолнечного (растительного) масла.

2. Реактивы и оборудование: подсолнечное (растительное) масло, 35% раствор  $NaOH$ , стеклянная палочка, фарфоровая чашка; спиртовка, спирт, фенолфталеин, жесткая вода, круглодонная колба с каучуковой пробкой и стеклянной трубкой, весы с разновесами, стаканы, пробирки, штатив, растворы  $CaCl_2$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CuCl_2$ ,  $Pb(CH_3COO)_2$ ; синтетическое моющее средство, дистиллированная вода, насыщенный раствор поваренной соли, мыло (в виде стружки).

### 3. Порядок и техника проведения работы

1. Варка мыла спиртовым способом:

А. К 5 мл подсолнечного масла в колбочке (4-5 г топленого свиного масла, коровьего масла и т.п.) прилить 10 мл этилового спирта и 5мл 35% раствора щелочи. Колбочку закрыть пробкой с вертикальной холодильной трубкой (для конденсации паров спирта).

Б. Нагреть на спиртовке, взбалтывая смесь (15 минут).

В. Охладить колбу. Провести «высаливание» мыла насыщенным раствором поваренной соли.

Г. Взвесить фильтр.

Д. Полученное мыло отфильтровать от раствора. Промыть насыщенным раствором соли и холодной дистиллированной водой.

Е. Продукт оставить высушиваться до следующего занятия.

Ж. Взвесить высушенное мыло с фильтром.

З. Составить УХР. Определить выход продукта.

И. Экспериментально доказать, что из жира образовалось мыло.

2. Исследование растворимости мыла и его поведения в разных растворителях

Растворить крупинки мыла в воде и спирте (добавить по 5-6 капель).

Отметить разницу при растворении мыла в обеих жидкостях.



## 3. Гидролиз мыла:

А. Добавить в каждую из пробирок (см. выше) по 1 капле спиртового раствора фенолфталеина. В пробирку со спиртовым раствором мыла прилить 5 капель воды.

Б. Дать объяснения происходящим явлениям. О каком типе гидролиза идет речь? Нагреть пробирку с раствором мыла. Как изменяется рН раствора при повышении температуры? Почему полоскать белье после стирки с мылом желательно в холодной воде?

В. Составить уравнение гидролиза.

## 4. Отношение мыла к сильным кислотам

Приготовить раствор мыла в дистиллированной воде (слегка подогреть). Остудить и прилить 3 капли разбавленного раствора серной кислоты. Почему мыло теряет моющие свойства при использовании в кислой среде? Описать наблюдения. Составить УХР.

## 5. Сравнение свойств мыла и синтетических моющих средств:

А. Налить в две пробирки по 2 мл воды. Приготовить растворы мыла и стирального порошка (растворение провести при нагревании).

Б. Сравнить моющее действие полученных растворов в условиях жесткой воды. Предложить конкретную методику эксперимента.

В. Почему синтетические моющие средства эффективно моют в любой воде, а мыло – только в умягченной?

## 6. Способность мыла эмульгировать жиры:

А. Поместить каплю масла в воду и энергично встряхнуть. Масло раздробляется на мелкие капельки, образующие мутную жидкость – эмульсию. Однако эта эмульсия неустойчива, и уже через несколько секунд капельки масла начинают сливаться в более крупные.

Б. Добавить к полученной эмульсии раствор мыла. Объяснить происходящие явления.

## 7. «Высаливание» мыла

К раствору мыла прилить насыщенный раствор поваренной соли. Объяснить суть происходящего физического явления.

## 8. Образование нерастворимых солей жирных кислот:

А. Получить кальциевое мыло.

Б. Получить свинцовое мыло.

В. Получить медное мыло.

Написать схемы реакций, используя для обозначения мыла формулу стеарата натрия. Почему моющим действием обладают только натриевые и калиевые мыла?

## 9. Представление результатов

Результаты исследований представить в виде таблицы. Сделать вывод.

10. Зная розничные цены на масло, мыло, спирт и щелочь, учитывая все энергетические затраты и выход продукта омыления, рассчитать, будет ли

экономически выгодно варить мыло из подсолнечного масла. Все выводы подтвердить расчетами.

#### 4. Задачи к работе

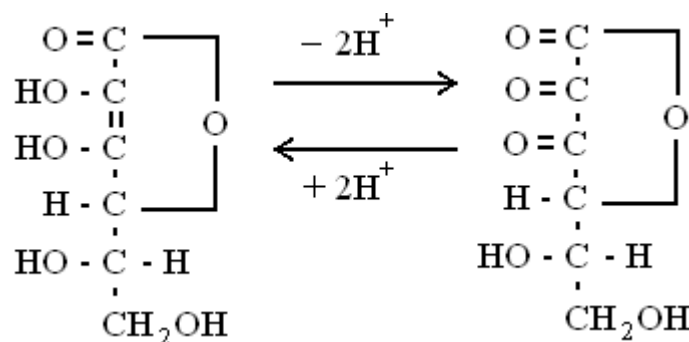
- 63.** Какая масса жира потребуется для получения 36,8 г глицерина (путем щелочного омыления), если принять, что жир представляет собой чистый тристеарат и массовая доля его омыления составляет 80%?
- 64.** Какая масса глицерина и стеарата натрия получится при гидролизе жира, состоящего из тристеарина, если на этот процесс израсходовали 6 т гидроксида натрия?
- 65.** Какая масса жира, представляющего собой трипальмитат, потребуется для получения 10 кг мыла, если в мыле содержится 69,5% пальмитата натрия?
- 66.** Сколько глицерина и стеарата натрия получится при омылении 3 кг тристеарата глицерина, содержащего 15% примесей, считая выход 85%?
- 67.** Для получения маргарина из жира, в состав которого входят остатки только двух кислот – олеиновой и стеариновой, на 2,65 кг расходуется 67,2 л водорода (н.у.). В каком молярном отношении выделяются эти жирные кислоты при омылении?
- 68.** Какую массу мыла с массовой долей натриевых солей 60% можно получить щелочным гидролизом 4 т технического жира, который содержит 40% по массе тристеарина, 40% - трипальмитина, а остальные 20% приходятся на воду и примеси?
- 69.** Какую массу жира необходимо взять для получения 60 г глицерина, если условно принять, что жир представляет собой чистый тристеарат и что омылению подверглись лишь 85% жира?
- 70.** Какова масса стеариновой кислоты, которую можно извлечь из хозяйственного мыла, содержащего 161 г стеарата калия, если на него подействовать раствором серной кислоты?
- 71.** Технический жир с массовой долей тристеарина 85% подвергли гидролизу. Получили 5,88 кг глицерина. Вычислить массу жира, взятого для переработки.
- 72.** Вычислить массу раствора щелочи (массовая доля гидроксида натрия в котором 25%), необходимого для получения мыла в процессе переработки 3 кг триолеина.
- 73.** При гидролизе 0,5 моль тристеаринового глицерида в избытке щелочи получили 40 г глицерина. Вычислить массу жира, которая не подверглась гидролизу.
- 74.** 13,32 г твердого жира (триглицерида) полностью растворили при нагревании с 38 мл 25% гидроксида калия (плотность 1,18 г/мл). Избыток щелочи нейтрализовали 40,2 мл 12% раствора соляной кислоты (плотность 1,06 г/мл). При последующем избыточном подкислении раствора выделяется 10,8 г нерастворимого в воде вещества. Установить возможную формулу жира.
- 75.** 12,76 г твердого животного жира (триглицерида) полностью растворили при нагревании с 19 мл 25% гидроксида калия (плотность 1,18 г/мл). Избыток щелочи нейтрализовали 27,8 мл 5% раствора соляной кислоты (плотность 1,05 г/мл). При последующем избыточном подкислении раствора выделяется 10,24 г осадка, содержащего 75% углерода (по массе). Установить возможную формулу жира.
- 76.** При полном щелочном гидролизе жира образовалась смесь солей общей массой 86,0 г. Массовая доля натрия в этой смеси равна 8,023%. Вычислить массу глицерина, образовавшегося в ходе гидролиза.
- 77.** Растительный жир массой 150 г, содержащий триолеилглицерин и 10% негидролизующихся примесей, подвергли кислотному гидролизу, который прошел с выходом 75%. Вычислить массы продуктов реакции.
- 78.** При кислотном гидролизе 41,6 г жира, образованного двумя остатками пальмитиновой кислоты и одним остатком олеиновой кислоты, было получено 3,68 г глицерина. Вычислить выход (%) реакции гидролиза.

- 79.** При кислотном гидролизе 299 г жира, образованного двумя остатками линолевой кислоты и одним остатком пальмитиновой кислоты, было получено 245 г смеси кислот. Вычислить выход (%) реакции гидролиза.
- 80.** При щелочном гидролизе жира получили 48,3 г стеарата калия и 96 г олеата калия. Вычислить, какая масса глицерина образовалась при этом.
- 81.** При полном кислотном гидролизе жира образовалось 55,6 г линоленовой кислоты и 9,20 г глицерина. Вычислить массу полученной в ходе гидролиза олеиновой кислоты.
- 82.** При полном щелочном гидролизе жира образовались 64,4 г глицерина и смесь солей пальмитиновой и стеариновой кислот в молярном соотношении 2:1. Вычислить, какая масса жира вступила в реакцию гидролиза.
- 83.** Образец жира, представляющий собой триолеат, подвергли гидролизу. Какая масса жира была взята, если на гидрирование полученной кислоты затратили водород объемом 336 л (н.у.).
- 84.** Стеарат калия – важный компонент жидкого мыла. Какая масса гидроксида калия и тристеарата потребуется для получения стеарата калия массой 500 кг, если выход продукта составляет 80% из-за производственных потерь?
- 85.** При щелочном гидролизе 265,2 г жира, образованного одной карбоновой кислотой, получили 288 г калиевой соли. Установить структурную формулу жира.
- 86.** Жир массой 44,5 г, представляющий собой триглицерид одной предельной органической кислоты, нагрели с 70 мл 20% раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Для нейтрализации избытка щелочи потребовалось 22,5 мл 36,5% соляной кислоты (плотность 1,2 г/мл). Установить формулу жира.
- 87.** Для полного омыления 42,6 г растительного масла потребовалось 50 г 12,0% раствора гидроксида натрия. При последующей обработке раствора избытком бромной воды получена смесь тетрабромпроизводного и дибромпроизводного в молярном соотношении 2:1, причем массовая доля натрия в одном из бромпроизводных составляет 3,698%. Установить формулу жира.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ

**1. Введение.** Витамин С (антискорбутный, аскорбиновая кислота) по своему строению может быть отнесен к производным углеводов (сахаров). Аскорбиновая кислота – довольно сильная кислота; ее кислотный характер обусловлен наличием двух обратимо диссоциирующих енольных гидроксильных групп:



L-аскорбиновая кислота

L-дегидроаскорбиновая кислота

Из представленных структурных формул видно, что наиболее важным химическим свойством кислоты является ее способность обратимо окисляться в дегидроаскорбиновую кислоту, образуя

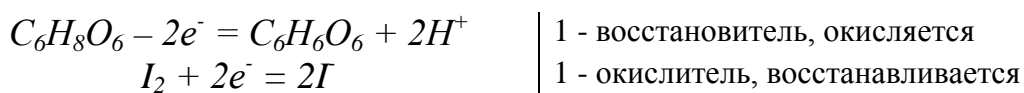
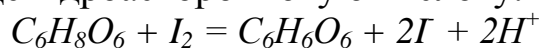
окислительно-восстановительную систему, связанную с отщеплением и присоединением электронов и протонов. Окисление может быть вызвано различными факторами, в частности кислородом воздуха, пероксидом водорода и др. Поэтому при кулинарной обработке пищи в присутствии окислителей часть витамина С разрушается.

Аскорбиновая кислота необходима людям, обезьянам и морским свинкам. Все другие животные не нуждаются в пищевом витамине С, поскольку он легко синтезируется в печени из углеводов.

Основные симптомы С-витаминной недостаточности (цинги): повышенная ломкость кровеносных капилляров, общая слабость, апатия, утомляемость, снижение аппетита, задержка роста, повышенная восприимчивость к инфекциям, болезненность десен, их отечность и разрыхленность, кровоточивость при чистке зубов. В далеко зашедших случаях цинги (скорбут) нарастают явления гингивита (изъязвление десен, расшатывание зубов).

Наиболее важными источниками аскорбиновой кислоты для человека служат продукты растительного происхождения (овощи и фрукты). Много витамина С в перце, салате, капусте, хрене, укропе, ягодах рябины, черной смородины и особенно в цитрусовых (лимон). Картофель также относится к основным повседневным источникам витамина С, хотя содержит его значительно меньше. Из непищевых источников богаты витамином С шиповник, хвоя, листья черной смородины, экстракты из которых могут полностью удовлетворить потребность организма. Суточная потребность в витамине С для человека составляет 100-120 мг (см. **ПРИЛОЖЕНИЯ 10 и 11**).

Аскорбиновая кислота является сильным восстановителем и может быть определена йодиметрически при определенном значении  $pH$  раствора ( $pH=7$ ). При титровании йодом аскорбиновая кислота окисляется, образуя дегидроаскорбиновую кислоту:



2. Реактивы и оборудование: 0,05% раствор крахмала; бюретка (микробюретка); 0,003 Н. раствор йода; дистиллированная вода; 2% раствор соляной кислоты; толченное стекло (песок); ступка с пестиком; чашка Петри; терка; стакан; колбы для титрования; продукты для анализа (только что выжатые или консервированные апельсиновый, лимонный и другие соки; яблоко, картофель и т.п.); стеклянная воронка; вата; бумажные фильтры; термометр; спиртовка или электрическая плитка.

### 3. Порядок и техника выполнения работы

1. Подготовка экстракта из пищевых продуктов для определения аскорбиновой кислоты

Несколько граммов продукта натереть на терке в чашке Петри или мелко порезать и растереть в ступке с небольшим количеством толченого стекла или песка. Добавить к смеси 10 мл 2% раствора соляной кислоты. Перемешать. Отфильтровать через стеклянную воронку с ватой в коническую колбу на 50-100 мл. Массу на фильтре промыть несколькими каплями воды. В фильтрат прилить 1мл 0,5% раствора крахмала и титровать рабочим раствором 0,003 Н. йода до появления синего окрашивания.

2. Расчет содержания витамина С в продукте

$$m(\text{к-ты}) = \frac{C(I_2) \cdot \text{Э}(\text{к-ты})}{1000} \cdot V(\text{р-ра } I_2), \quad (6)$$

где  $C(I_2)$  – молярная концентрация эквивалента йода;  $\text{Э}(\text{к-ты})$  – молярная масса эквивалента аскорбиновой кислоты в г, равная в данном случае 88 г;  $V(\text{р-ра } I_2)$  – объем раствора йода, пошедшего на титрование, в мл.

Пересчитать содержание витамина С на 100 г продукта. Рассчитать массовую долю аскорбиновой кислоты в продукте.

3. Рассчитать суточное количество исследуемого продукта, необходимого для всех членов вашей семьи (родителей, дедушек, бабушек, сестер, братьев и т.д.)

4. Исходя из **ПРИЛОЖЕНИЙ 10 и 11**, составить примерное меню из предложенных пищевых продуктов таким образом, чтобы восполнялась суточная потребность в витамине С

5. Исследование влияния железной посуды на содержание витамина С:

А. Определить содержание витамина С в выданном продукте (сок).

Б. В стакан положить железную пластину и включить секундомер. Определить содержание витамина через 5, 10, 15 и 20 минут.

В. Результаты анализа представить графически. Объяснить происходящие явления.

6. Исследование влияния нагревания на содержание витамина С

А. Определить содержание аскорбиновой кислоты до нагревания при комнатной температуре.

Б. Нагреть сок до 30, 50, 70°C, прокипятить. В каждом случае следует отбирать пробы для анализа содержания витамина С.

В. Полученные данные представить графически.

7. Определение содержания витамина С в различных пищевых продуктах (по выбору учащихся)

Определить содержание витамина в 2-3 пищевых продуктах.

8. Представление результатов

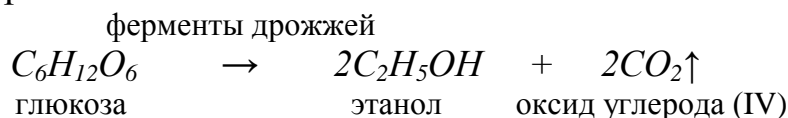
Результаты исследований представить в виде таблицы. Сделать вывод.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

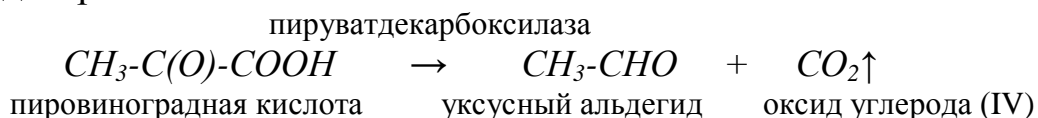
### ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДРОЖЖЕЙ

1. Введение. Многие микроорганизмы (дрожжевые грибы, плесневые грибы, бактерии) получают энергию за счёт брожения (наиболее примитивный способ получения энергии).

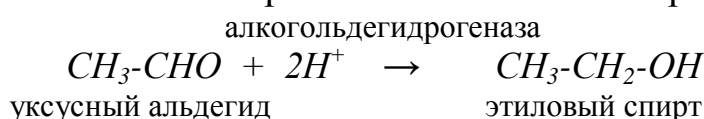
Для дрожжевых грибов, особенно штаммов *Saccharomyces cerevisial*, характерен процесс спиртового брожения, в ходе которого сахара расщепляются с высоким выходом этилового спирта и оксида углерода (IV). В общем виде уравнение спиртового брожения выглядит следующим образом:



На самом деле этот процесс многостадийный (состоит из 12 стадий). Сначала из углевода образуется 2-оксопропановая (пировиноградная – ПВК) кислота. В дрожжевых клетках ПВК подвергается декарбоксилированию, в результате образуется уксусный альдегид. Данная реакция катализируется ферментом пируватдекарбоксилазы:



Затем образовавшийся уксусный альдегид присоединяет к себе водород, восстанавливаясь при этом в этиловый спирт:



Реакция катализируется ферментом алкогольдегидрогеназы.

Таким образом, конечными продуктами спиртового брожения являются этиловый спирт и  $CO_2$ .

Существуют и другие виды брожения, конечными продуктами при этом могут быть молочная, пропионовая, масляная и янтарные кислоты, а также другие соединения.

Промышленное получение этанола может осуществляться различными способами, например путем ферментации тростникового или свекловичного сахара с последующей перегонкой. В России широко используют сахарный крахмал в качестве исходного углеводного сырья.

Пиво получают ферментацией смеси солода и хмеля. Хмель добавляют для придания пиву специфического вкуса. Солод получают из хлебных злаков, обычно ячменя. Крахмал, содержащийся в солоде, превращается в мальтозу под действием фермента диастазы. Затем другой фермент, содержащийся в дрожжах (мальтаза), катализирует превращение

мальтозы в глюкозу. Осветление пива осуществляется с помощью фермента папаина, который гидролизует белки, обуславливающие наличие мути в пиве.

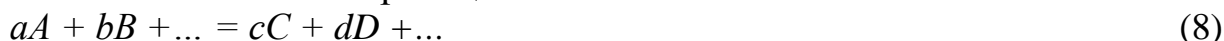
В процессе получения вин превращение сахаров, содержащихся в виноградном соке, в этанол осуществляется благодаря наличию в кожуре виноградин природных дрожжей. Иногда в виноградный сок добавляют также культурные дрожжи. Если ферментацию проводить до полного завершения, получается сухое вино. Если ферментация приостанавливается преждевременно, получается более сладкое вино.

Из-за того что растворы, содержащие более 15,5% этанола, подавляют действие ферментов в дрожжах, получение крепленых алкогольных напитков требует проведения перегонки. Другой способ получения крепленых вин заключается в добавлении спирта, например водки или бренди. Процесс спиртового брожения протекает достаточно медленно, поэтому работу следует выполнять на протяжении всего практикума.

Раздел химии, рассматривающий скорости и механизмы химических процессов, называется химической кинетикой. Понятие «скорость химической реакции» было изучено в курсе 9-го класса. Измеряется скорость реакции изменением концентрации реагирующего вещества или продукта реакции в единицу времени

$$V = \pm \frac{\Delta C}{\Delta \tau} \quad (7)$$

В любой химической реакции реагенты расходуются (продукты образуются) и поэтому скорость реакции уменьшается. Отсюда следует, что скорость реакции зависит от концентраций реагирующих веществ и её следует относить к какому-то определенному моменту времени. Но для большинства химических реакций



стехиометрическое уравнение не может дать сведений о зависимости скорости реакции от концентрации. Как правило, эту зависимость определяют экспериментально.

Выведенное на основе экспериментальных данных уравнение математически выражает зависимость скорости от концентраций реагирующих веществ и показывает, что скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, в степени некоторых чисел, определяемых опытным путем. Такие уравнения называют кинетическими уравнениями реакций.

В общем случае для реакции (8) экспериментально определённая зависимость скорости от концентрации выражается кинетическим уравнением

$$V = k \cdot C_A^\alpha \cdot C_B^\beta \dots \quad (9)$$

Коэффициент пропорциональности  $k$  называется константой скорости химической реакции. Её значение определяется по известному значению скорости при заданных концентрациях реагентов  $A$  и  $B$ :

$$k = \frac{C_A^\alpha \cdot C_B^\beta}{V} \quad (10)$$

Для вычисления константы скорости реакции следует определить скорость реакции при равенстве единице всех концентраций или же так подобрать концентрации реагентов, чтобы их произведение было равно единице. В этом случае скорость численно равна константе скорости реакции. Константа скорости  $k$  зависит от тех же факторов, что и скорость данной реакции, но не зависит от концентраций реагирующих веществ и времени.

Для характеристики химических реакций значения скоростей непригодны, так как скорость реакции меняется во времени. Константа скорости характеризует реакцию для определенных условий (температура, давление, количество катализатора и т.д.). Реакции, проходящие при строго одинаковых условиях, можно сравнивать по их константам скоростей. В этом кинетическом уравнении показатели степени  $A$  и  $B$  могут быть любыми небольшими числами, чаще всего равными 1 или 2 (редко 3). При некоторых особых условиях проведения реакции показатель степени может равняться нулю. Известно немало реакций с дробными показателями. Иногда показатель степени концентрации данного вещества совпадает с его стехиометрическим коэффициентом в уравнении реакции. Для элементарных реакций, то есть реакций, проходящих в одну стадию и именно так, как написано уравнение, показатели степени в кинетическом уравнении совпадают со стехиометрическими коэффициентами реагентов в уравнении реакции. Показатель степени концентрации реагирующего вещества в кинетическом уравнении реакции ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) называется порядком реакции по данному веществу. Общим *порядком химической реакции*, или просто порядком реакции, называется величина, равная сумме показателей степени концентраций реагентов в кинетическом уравнении реакции:  $A+B$ .

**Порядок реакции =  $\Sigma$  порядков по реагирующим веществам**

Для определения порядка реакции можно воспользоваться графическим методом. Для этого необходимо по экспериментальным значениям построить графики зависимостей:

$C - \tau$ ;  $\ln C - \tau$ ;  $1/C - \tau$ .

Изменение концентрации со временем в реакциях различных порядков представлено на рис.3.



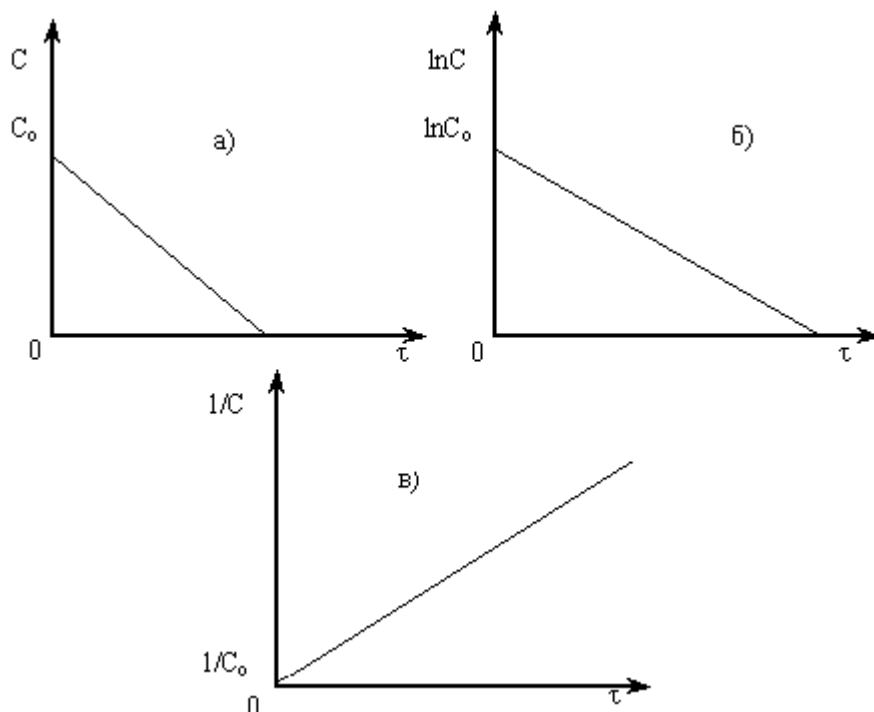


Рис.3. Изменение концентрации со временем в реакциях:

а - нулевого порядка, б – первого порядка, в – второго порядка

**В реакциях нулевого порядка** концентрация линейно уменьшается во времени (рис.3а). Константа скорости реакции нулевого порядка вычисляется по формуле

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot (C_0 - C), \quad (11)$$

где  $C_0$  - начальная концентрация;  $C$  - концентрация в момент времени  $\tau$ .

Константа скорости нулевого порядка измеряется в моль/л • с (моль • л<sup>-1</sup> • с<sup>-1</sup>). Наряду с константой скорости для характеристики реакции часто пользуются величиной, называемой временем полупревращения  $\tau_{1/2}$ .

Время полупревращения - промежуток времени, в течение которого реагирует половина взятого (исходного) количества вещества:

$$\tau_{1/2} = \frac{C_0}{2k}. \quad (12)$$

**Для реакций первого порядка** характерна линейная зависимость логарифма концентрации от времени (рис.3б):

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln C_0/C \quad \text{или} \quad k = 2,303 \cdot \frac{1}{\tau} \cdot \lg C_0/C. \quad (13)$$

Константа скорости реакции первого порядка измеряется в с<sup>-1</sup>. Время полупревращения (для реакций первого порядка - период полураспада) обратно пропорционально константе скорости реакции и не зависит от начальной концентрации исходного вещества:

$$\tau_{1/2} = \frac{0,69}{k}. \quad (14)$$

**Для реакций второго порядка**, или равенства начальных концентраций реагирующих веществ, наблюдается линейная зависимость

величины обратной концентрации от времени (рис.3в). Константа скорости вычисляется по формуле

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot (1/C_0 - 1/C) \quad (15)$$

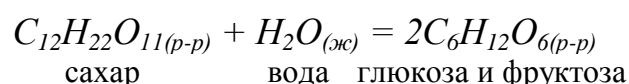
и измеряется в л·с<sup>-1</sup>·моль<sup>-1</sup>.

В отличие от реакции первого порядка период полупревращения реакций второго порядка обратно пропорционален начальной концентрации

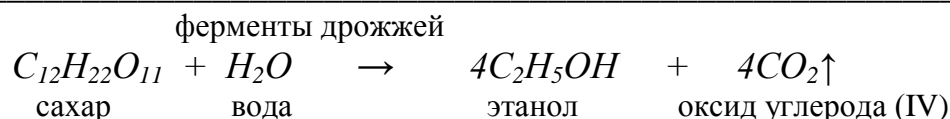
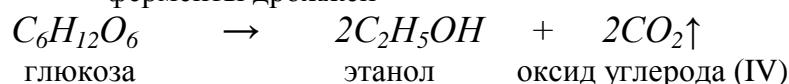
$$\tau_{1/2} = \frac{1}{k \cdot C_0} \quad (16)$$

Исучаемая реакция спиртового брожения упрощенно в две ступени может быть выражена следующими уравнениями:

1) сначала происходит гидролиз сахара до глюкозы и фруктозы



2) далее происходит спиртовое брожение моносахаридов ферментами дрожжей



Тогда кинетическое уравнение можно выразить в виде

$$V = k \cdot C^{\alpha}_{\text{сахара}}, \quad (17)$$

где  $\alpha$  - порядок реакции, который необходимо экспериментально установить. Так как реакция проходит при большом избытке воды, её концентрация в ходе реакции практически не изменяется и не влияет на скорость реакции.

2. Реактивы и оборудование: установка для изучения скорости реакции по объему выделяющегося газа; вода; дрожжи; сахар; весы с разновесами; термометр; барометр; мерный цилиндр.

3. Порядок и техника выполнения работы

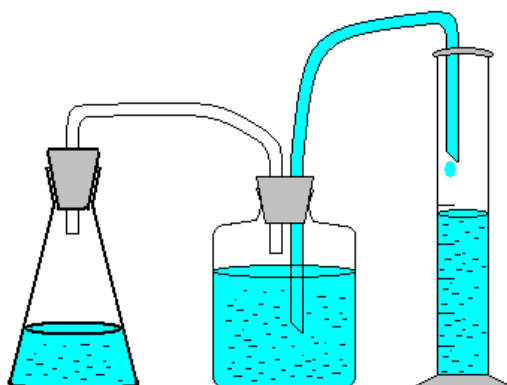


Рис.4. Установка для определения скорости спиртового брожения

1. В колбу налить 200-250 мл дистиллированной воды, перенести навеску приблизительно 10 г сахара и внести кусочек (с горошину) дрожжей. Отметить время начала работы.
2. На всех последующих занятиях практикума определять объём газа, выделившегося к данному моменту времени.
3. По объёму  $CO_2$  рассчитать концентрации спирта и оставшегося сахара в растворе в каждый момент времени.
4. По результатам построить графики следующих зависимостей (тех, которые возможны):

А.	Б.	В.
$V(CO_2) - \tau$	$C(C_2H_5OH) - \tau$	$C(C_{12}H_{22}O_{11}) - \tau$
$1/V(CO_2) - \tau$	$1/C(C_2H_5OH) - \tau$	$1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - \tau$
$V(CO_2) - 1/\tau$	$C(C_2H_5OH) - 1/\tau$	$C(C_{12}H_{22}O_{11}) - 1/\tau$
$1/V(CO_2) - 1/\tau$	$1/C(C_2H_5OH) - 1/\tau$	$1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - 1/\tau$
$lg V(CO_2) - \tau$	$lg C(C_2H_5OH) - \tau$	$lg C(C_{12}H_{22}O_{11}) - \tau$
$lg 1/V(CO_2) - \tau$	$lg 1/C(C_2H_5OH) - \tau$	$lg 1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - \tau$
$lg V(CO_2) - 1/\tau$	$lg C(C_2H_5OH) - 1/\tau$	$lg C(C_{12}H_{22}O_{11}) - 1/\tau$
$lg 1/V(CO_2) - 1/\tau$	$lg 1/C(C_2H_5OH) - 1/\tau$	$lg 1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - 1/\tau$
$V(CO_2) - lg \tau$	$C(C_2H_5OH) - lg \tau$	$C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg \tau$
$1/V(CO_2) - lg \tau$	$1/C(C_2H_5OH) - lg \tau$	$1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg \tau$
$V(CO_2) - lg 1/\tau$	$C(C_2H_5OH) - lg 1/\tau$	$C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg 1/\tau$
$1/V(CO_2) - lg 1/\tau$	$1/C(C_2H_5OH) - lg 1/\tau$	$1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg 1/\tau$
$lg V(CO_2) - lg \tau$	$lg C(C_2H_5OH) - lg \tau$	$lg C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg \tau$
$lg 1/V(CO_2) - lg \tau$	$lg 1/C(C_2H_5OH) - lg \tau$	$lg 1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg \tau$
$lg V(CO_2) - lg 1/\tau$	$lg C(C_2H_5OH) - lg 1/\tau$	$lg C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg 1/\tau$
$lg 1/V(CO_2) - lg 1/\tau$	$lg 1/C(C_2H_5OH) - lg 1/\tau$	$lg 1/C(C_{12}H_{22}O_{11}) - lg 1/\tau$

Для удобства построения прежде заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Значения  $V(CO_2)$ ,  $C(C_2H_5OH)$ , и  $C(C_{12}H_{22}O_{11})$  и их математических производных, необходимые для построения графических зависимостей

Значения $X$	$1/X$	$lg X$	$lg 1/X$

Здесь  $X$  может быть  $V(CO_2)$ ,  $C(C_2H_5OH)$  или  $C(C_{12}H_{22}O_{11})$ .

Многие зависимости представить невозможно из-за того, что не удастся подобрать нужный масштаб на осях координат. Работу по построению графиков провести группой, распределив задания поровну.

Выделить из построенных графиков те, на которых зависимость выражается прямой линией. Определить уравнение прямой (см. **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**).

5. По полученным графикам определить порядок реакции спиртового брожения сахара (см. рис.3).

6. Рассчитать константу скорости реакции по периоду полупревращения.

7. Рассчитать среднее значение скорости спиртового брожения сахарозы (для этого воспользоваться необходимым графиком).

8. Сделать вывод.

#### 4. Задачи к работе

**88.** Сколько граммов глюкозы потребуется для получения этилового спирта, если известно, что при нагревании полученного спирта с концентрированной серной кислотой образуется 10 мл диэтилового эфира (плотность 0,925 г/мл) с выходом 50%?

**89.** Вычислить массу 10% раствора глюкозы, подвергшегося брожению, если известно, что при этом выделилось столько же газа, сколько его образуется при полном сгорании 35 мл этанола (плотность 0,8 г/мл).

**90.** Какой объем (н.у.) оксида углерода (IV) выделится при спиртовом брожении глюкозы массой 270 г?

**91.** При брожении глюкозы получили этанол массой 276 г, выход которого составил 80%. Какая масса глюкозы подверглась брожению?

**92.** Массовая доля целлюлозы в древесине равна 50%. Какая масса спирта может быть получена при брожении глюкозы, которая образуется при гидролизе древесных опилок массой 810 г? Учтите, что спирт выделяется из реакционной системы в виде раствора с массовой долей воды 8%. Выход этанола из-за производственных потерь составляет 70%.

**93.** Какую массу кукурузных зерен надо взять для получения спирта массой 115 кг, с массовой долей этанола 96%, если выход спирта составляет 80%? Массовая доля крахмала в кукурузных зернах составляет 70%.

**94.** В результате спиртового брожения глюкозы получили этанол, который окислили до кислоты. При действии избытка гидрокарбоната калия на всю полученную кислоту выделился газ объемом 8,96 л (н.у.). Определить массу глюкозы, которая подверглась брожению.

**95.** При спиртовом брожении глюкозы получен газ, который прореагировал с раствором гидроксида натрия объемом 60,2 мл и плотностью 1,33 г/мл, образовав среднюю соль. Массовая доля гидроксида натрия в этом растворе равна 30%. Какая масса раствора с массовой долей этанола 60% получена при этом?

**96.** Какую массу крахмала надо подвергнуть гидролизу, чтобы из полученной глюкозы при молочно-кислом брожении образовалась молочная кислота массой 108 г? Выход продуктов гидролиза крахмала равен 80%, продукта брожения глюкозы – 60%.

**97.** При гидролизе крахмала массой 324 г с выходом 80% получили глюкозу, которую подвергли спиртовому брожению. Выход продукта брожения составил 75%. В результате осуществления процесса образовался водный раствор спирта массой 600 г. Определить массовую долю этанола в полученном растворе.

**98.** Образовавшийся в результате спиртового брожения глюкозы этанол (выход 90%) окислили до кислоты (выход 95%). При действии на полученную кислоту избытка гидрокарбоната аммония выделился газ объемом 10,4 л (95 кПа, 25<sup>0</sup>С). Вычислить массу глюкозы, взятую для брожения.

**99.** При масляно-кислом брожении глюкозы образовалось 8,96 л смеси газообразных веществ (н.у.). Какая масса глюкозы была взята для проведения брожения, если известно, что выход реакции брожения составил 55%?

**100.** При брожении глюкозы образовалась смесь кислот, для нейтрализации которой было затрачено 135 мл раствора гидроксида калия ( $C=1,5$  моль/л) и 0,1792 л газообразных продуктов (н.у.). Рассчитать, какая часть исходной массы глюкозы подверглась молочно-кислому брожению, а какая – масляно-кислому.

**101.** Порцию глюкозы разделили на две равные части; одну из них подвергли спиртовому брожению, а другую – молочно-кислому. Массы кислоты и спирта оказались равными.

- Известно, что одна из реакций прошла с выходом 80,0%. Вычислить выход (%) второй реакции.
- 102.** Порцию глюкозы разделили на две равные части; одну подвергли масляно-кислому брожению, а другую – молочнокислому. Массы кислот оказались равными. Известно, что одна из реакций прошла с выходом 75,0%. Вычислить выход второй реакции.
- 103.** В результате ферментативного молочнокислого брожения 30 г глюкозы образовалось вещество «А», при взаимодействии которого с карбонатом натрия выделилось 3,36 л газа (н.у.). Определить строение вещества «А» и его выход (в % от теоретического).
- 104.** Какую массу сахарозы нужно подвергнуть гидролизу (в присутствии небольшого количества соляной кислоты), чтобы из образующихся при этом углеводов в результате их брожения получить такое количество спирта, которое необходимо для синтеза 11,2 л дивинила (н.у.)?
- 105.** Вычислить массу глюкозы, которая подверглась брожению, и объем (н.у.) оксида углерода (IV), если при этом получено 230 г этанола.
- 106.** При спиртовом брожении 2 моль глюкозы получили оксид углерода (IV), который затем пропустили в 602 мл раствора щелочи с массовой долей гидроксида натрия 30%. Плотность раствора 1,33 г/мл. Вычислить массу соли, которая образовалась в растворе. Какое вещество осталось в избытке? Вычислить его количество.
- 107.** При брожении 200 г технической глюкозы, массовая доля несхаристых веществ в которой составила 10%, получили 96% спирт. Плотность раствора спирта – 0,8 г/мл. Вычислить массовую долю выхода продукта реакции.
- 108.** Какова масса спирта, который может быть получен из 300 кг древесных опилок, содержащих 52% примесей (расчет ввести по одному структурному звену молекулы целлюлозы), а выход спирта от теоретически возможного составляет 70%?
- 109.** В этиловом спирте, полученном перегонкой, массовая доля спирта составляет 96%, остальное – вода. Для получения абсолютного (полностью обезвоженного) спирта добавляют оксид кальция, а затем спирт перегоняют. Сколько граммов  $CaO$  потребуется для обезвоживания 450 мл 96% спирта (плотность 0,80 г/мл)?
- 110.** Найти массу глюкозы, которая была подвергнута спиртовому брожению, если при этом выделилось столько же углекислого газа, сколько его образуется при сгорании 80 мл метанола (плотность 0,80 г/мл), причем реакция горения протекает количественно, а выход реакции брожения составляет 90% от теоретического.
- 111.** Какую массу глюкозы необходимо взять для получения брожением 46 кг этилового спирта, если практический выход составляет 90%?
- 112.** Какая масса глюкозы получится из 250 кг опилок, в которых массовая доля глюкозы 40%? Какую массу спирта можно получить из глюкозы, если его практический выход равен 85%?
- 113.** Какой объем ( $см^3$ ) этанола (плотность 0,80 г/мл) можно получить при брожении 900 г виноградного сахара  $C_6H_{12}O_6$ ?
- 114.** Путем спиртового брожения глюкозы получено 319,4 мл этилового спирта с массовой долей этанола 90% (плотность 0,80 г/мл). Какой объем оксида углерода (IV), измеренный при н.у., выделился при этом?
- 115.** Вычислить массу спирта, полученного из глюкозы, образовавшейся при гидролизе древесных опилок массой 324 кг. Выход продукта на каждой стадии считать равным 60%.
- 116.** В процессе брожения глюкозы массой 117 г выделился оксид углерода (IV), который пропустили через 728 мл 10% раствора гидроксида натрия (плотность 1099 г/л). Рассчитать состав (в % по массе) образовавшегося раствора.
- 117.** Какая масса молочной кислоты образуется при брожении 300 г глюкозы, содержащей 5% примесей?

**118.** Какой объем (н.у.) оксида углерода (IV) образуется при спиртовом брожении 250 г глюкозы, содержащей 4% примесей?

**119.** Какую массу сахарозы нужно подвергнуть гидролизу, чтобы из образующейся при этом глюкозы получить 27 г молочной кислоты, если молочно-кислое брожение протекает с выходом 50%?

**120.** Какую массу этилового спирта можно получить из еловых опилок массой 100 кг, содержащих 57% целлюлозы?

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАБОТАМ ПРАКТИКУМА

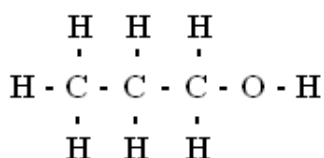
1. В табл. 2 приведены свойства двух изомеров. Предложить их структурные формулы. Сделать соответствующие пояснения.

Таблица 2

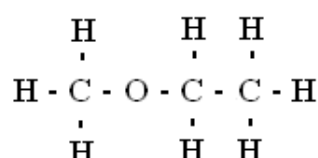
Некоторые свойства структурных изомеров органического вещества

Свойства	I	II
$T_{пл}, ^\circ C$	-114	-141
$T_{кип}, ^\circ C$	78	-25
Растворимость в воде	$\infty$	Ограничена
Взаимодействие с металлическим натрием (при н.у.)	1 моль $Na$ выделяет 11,2 л $H_2$	Не реагирует

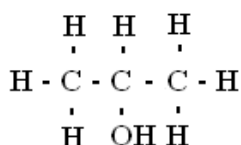
2. Какими наиболее простыми химическими способами можно доказать структурную формулу пропилового спирта:



, а не



или



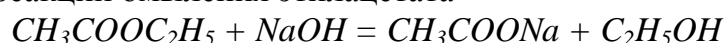
3. Предложить способ, с помощью которого можно было бы установить (качественно или количественно), обладает ли вода жесткостью или нет.

4. Составить как можно больше химических заданий (задач) и упражнений по теме «Аскорбиновая кислота и её определение в пищевых продуктах».

5. Выполнить задания:

1) Придумать и нарисовать схему установки получения этилового спирта из этилена. Написать УХР. Чем отличается гидролизный спирт от синтетического (с химической точки зрения)?

2) Для получения реакции омыления этилацетата



были взяты равные по концентрации (по 0,02 моль/л) и объёму раствора эфира и щелочи. Количество щелочи по мере прохождения реакции определялось титрованием (табл. 3).

Таблица 3

Результаты кислотно-основного титрования щелочи

$\tau$ , мин	5	15	35	55	120
$C(NaOH)$ , моль/л	0.013	0.0077	0.0043	0.0029	0.0014

Определить порядок реакции. Вычислить среднее значение константы скорости реакции.

### **ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УМЕНИЙ ПО ХИМИИ**

1. Для идентификации неизвестного органического вещества можно использовать:
  - 1) качественные реакции на функциональные группы;
  - 2) анализ физических свойств исследуемого вещества;
  - 3) сравнительный анализ по внешним свойствам (агрегатному состоянию, цвету, запаху, однородности и т.п.) исследуемого вещества и лабораторных образцов (веществ, имеющихся в лаборатории).
2. Определение основности органических веществ возможно, используя
  - 1) мерный цилиндр;
  - 2) пипетку;
  - 3) титрованный раствор щелочи;
  - 4) бюретку;
  - 5) точную навеску оксида кальция;
  - 6) кислотно-основные индикаторы.
3. Результаты изучения скорости спиртового брожения под действием дрожжей лучше представить в виде
  - 1) диаграмм;
  - 2) графиков;
  - 3) схем;
  - 4) таблиц.
4. Изучать скорость спиртового брожения (распределив предварительно обязанности в группе на каждом из этапов исследования) удобнее
  - 1) в течение одного урока;
  - 2) в течение нескольких уроков;
  - 3) во внеурочное время.
5. Хранение раствора аскорбиновой кислоты лучше осуществлять:
  - 1) в пластиковой бутылке с завинчивающейся крышкой;
  - 2) в стеклянных склянках из термостойкого стекла;
  - 3) в стеклянных склянках из темного стекла с притертой пробкой (в темноте);
  - 4) в открытых фарфоровых стаканах.
6. В состав установки для кислотно-основного титрования входят:
  - 1) бюретка;
  - 2) пипетка;
  - 3) газоотводная трубка;
  - 4) коническая колба;
  - 5) штатив лабораторный;
  - 6) химический стакан;
  - 7) кольцо;
  - 8) лапка;
  - 9) воронка;Изобразить схему установки.
7. Для выделения полученного мыла из раствора используется метод
  - 1) отстаивания;
  - 2) дистилляции;

- 3) перекристаллизации;
- 4) фильтрования;
- 5) высаливания.

8. В соответствии с «Правилами по технике безопасности для кабинетов химии средних общеобразовательных школ» все химические реактивы делятся на 8 групп:

- 1) реактивы, обладающие свойствами взрывчатых веществ (пользоваться ими в школах запрещается);
- 2) реактивы, выделяющие при взаимодействии с водой легковоспламеняющиеся газы;
- 3) самовоспламеняющиеся реактивы;
- 4) легковоспламеняющиеся жидкости;
- 5) легковоспламеняющиеся твердые реактивы;
- 6) воспламеняющиеся (окисляющие) реактивы;
- 7) вещества, физиологически активные в малых дозах;
- 8) прочие вещества, малоопасные и практически безопасные.

Распределить указанные ниже вещества по этим группам:

№ п/п	Вещество	Группа
1	Фенол	?
2	Бензин	?
3	Ацетон	?
4	Диэтиловый эфир	?
5	Карбид кальция	?
6	Натрий	?

9. Для определения израсходованного объема йода в реакции окислительно-восстановительного титрования аскорбиновой кислоты в присутствии крахмала используют:

- 1) мерные колбы;
- 2) микробюретки;
- 3) пипетки;
- 4) бюретки;
- 5) мерные цилиндры.

10. Взвешивание полученного мыла в ходе реакции омыления следует производить:

- 1) сразу после отделения его от раствора (на фильтровальной бумаге известной массы);
- 2) после высушивания образца в эксикаторе (на предварительно взвешенной фильтровальной бумаге);
- 3) по разности масс смеси с мылом и без него.

11. Определение плотности неизвестной жидкости в школьных лабораторных условиях целесообразно провести:

- 1) с помощью пикнометра;
- 2) по высоте столба исследуемой жидкости по сравнению с дистиллированной водой.

Объяснить суть выбранного метода.

12. По результатам работы определения витамина С в яблочном соке получены следующие данные: на титрование 3 мл сока ( $\rho=1,02 \text{ г/см}^3$ ) затрачено 4,64 мл раствора йода (концентрация йода – 0,003 Н). Содержание аскорбиновой кислоты в 100 г продукта составляет:

- 1) 40 мг;



- 2) 30 мг;
- 3) 20 мг;
- 4) 10 мг.

13. Кислотно-основное титрование уксусной, щавелевой и лимонной кислот в практической работе №2 проводят для

- 1) доказательства основности указанных кислот;
- 2) определения концентрации раствора каждой из кислот;
- 3) уточнения концентрации щелочи.

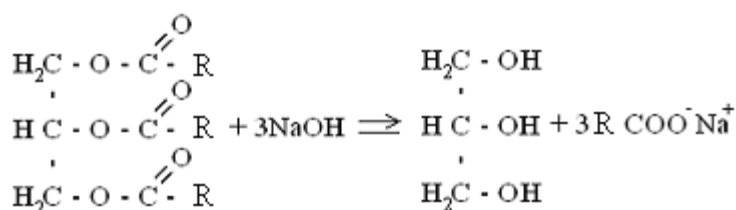
14. Неизвестное органическое вещество – бесцветная жидкость, неограниченно растворимая в воде, вступает в реакцию с металлическим натрием, не реагирует со свежеосажденным гидроксидом меди (II). Это вещество является:

- 1) фенолом, так как он реагирует с металлическим натрием и не реагирует с гидроксидом меди (II);
- 2) глицерином, так это бесцветная жидкость, неограниченно растворимая в воде, вступающая в реакцию с металлическим натрием;
- 3) этанолом, так как это бесцветная жидкость, неограниченно растворимая в воде, не вступающая во взаимодействие со свежеосажденным гидроксидом меди (II).

Составить все УХР.

15. Для получения мыла в промышленности используют следующие УХР:

1)



- 2)  $\text{RCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{RCOOH} + \text{Na} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{H}_2\uparrow$

16. При брожении глюкозы происходят следующие физико-химические явления:

- 1) выделение теплоты;
- 2) выделение света;
- 3) изменение окраски раствора;
- 4) появление запаха;
- 5) выделение из системы газа.

17. При кислотно-основном титровании получены следующие данные: объем израсходованной щелочи – 10 мл (в случае с уксусной кислотой), 20 мл (с щавелевой кислотой) и 30 мл (с лимонной кислотой). Объем кислот, взятых для титрования, составил по 10 мл, молярная концентрация кислот и щелочи одинаковая – 0,1 моль/л.

Эти данные дают возможность

- 1) определить количество кислоты и щелочи в растворах;
- 2) определить концентрацию щелочи;
- 3) уточнить концентрацию кислот;
- 4) установить основность кислот;
- 5) определить массу образовавшихся солей (ацетата, оксалата и цитрата натрия) в ходе реакций нейтрализации.

18. Известно, что определять порядок реакции можно графическим методом. Реакция является реакцией первого порядка, если

- 1) концентрация линейно уменьшается во времени;
- 2) характерна линейная зависимость логарифма концентрации от времени;

3) наблюдается линейная зависимость величины, обратной концентрации, от времени.

**19.** В работе по определению выхода мыла в реакции омыления получен странный результат – выход мыла составил 117% от теоретически возможного. Можно сделать следующий вывод... Объяснить, почему выход составил более 100% от теоретического.

**20.** Изготовление усовершенствованной установки для титрования (с периодической подачей титранта в бюретку без использования воронки) можно произвести, используя

- 1) химический стакан;
- 2) микробюретку;
- 3) соединительную трубку;
- 4) воронку;
- 5) зажим;
- 6) уравнительный сосуд;
- 7) пробирку.

Предложите схему усовершенствованной установки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитическая химия: Химические методы анализа / Под ред. *О.М. Петрухина*. М., 1992.
2. *Васильева Н.В. и др.* Практические работы по органической химии: Малый практикум. М., 1978.
3. *Грандберг И.И.* Практические работы и семинарские занятия по органической химии. М., 1978.
4. *Энгелфрид Ю., Малхолл Д., Плетнева Т.В.* Как защитить себя от опасных веществ в быту. М., 1994.
5. *Журин А.А.* Сборник упражнений и задач по химии: Решения и анализ. М., 1997.
6. *Зайцев О.С.* Неорганическая химия: Учеб. для общеобразовательных учреждений с углуб. изуч. предмета. М., 1997.
7. *Зайцев О.С.* Химия: Современный краткий курс. М., 1997.
8. *Исаев Д.С.* Практикум исследовательского характера в X классе // Химия в школе. 2002. №1. С.64-68.
9. Книга о вкусной и здоровой пище. М., 1993.
10. *Кузьменко Н.Е., Еремин В.В.* 2000 задач и упражнений по химии: Для школьников и абитуриентов. М., 1998.
11. *Лисичкин Г.В., Бетанели В.И.* Химики изобретают: Кн. для учащихся. М., 1990.
12. *Метельский А.В.* Химия в экзаменационных вопросах и ответах. Минск, 1997.
13. *Ольгин О.* Опыты без взрывов. М., 1995.
14. *Полосин В.С., Прокопенко В.Г.* Практикум по методике преподавания химии. М., 1989.
15. Практикум по органической химии: Синтез и идентификация органических соединений / Под ред. *О.Ф. Гинзбурга*. М., 1989.
16. *Пузаков С.А., Попков В.А.* Пособие по химии для поступающих в вузы. М., 1999.
17. *Пустовалова Л.М.* Практикум по биохимии. Ростов н/Д, 1999.
18. *Рабинович В.А., Хавин З.Я.* Краткий химический справочник. Л., 1978.
19. *Рево А.Я., Зеленкова В.В.* Малый практикум по органической химии. М., 1980.
20. *Сидоров Е.П.* Химический справочник школьника и абитуриента. М., 1995.
21. *Фримантл М.* Химия в действии: В 2 ч. М., 1998.
22. *Цветков Л.А.* Эксперимент по органической химии в средней школе: Методика и техника. М., 1973.
23. *Чернобельская Г.М.* Практические занятия и экспериментальные задачи по химии для ПТУ. М., 1989.
24. *Штремплер Г.И.* Химия на досуге: Домашняя хим. лаб.: Кн. для учащихся. М., 1996.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### РАСЧЕТ МОЛЯРНОГО ОБЪЕМА ГАЗА

Рассчитать  $V_m$  при условиях практической работы можно, используя уравнение

$$pV = \nu RT \quad . \quad (18)$$

Из него следует, что

$$V_m = \frac{RT}{p} \quad , \quad (19)$$

где  $R$  - универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/К·моль;  $T$  - абсолютная температура, или температура в кельвинах, К ( $T = t + 273$ );  $p$  - атмосферное давление, Па (1 мм рт.ст. = 132,89 Па).

Если газ собирается над водой, то необходимо еще учитывать давление водяных паров (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 3).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ВЫВОД УРАВНЕНИЯ ПРЯМОЙ

Величин  $x$  и  $y$  (если зависимость линейная) можно определять по уравнению

$$y = a + vx \quad . \quad (20)$$

Тогда на графике выбираются две точки с координатами  $(x_1, y_1)$  и  $(x_2, y_2)$ , расположенные по возможности дальше друг от друга, и константы  $a$  и  $v$  находят из выражений

$$a = \frac{y_1 x_2 - y_2 x_1}{x_2 - x_1} \quad , \quad (21)$$

$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad . \quad (22)$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### ДАВЛЕНИЕ ВОДЯНОГО ПАРА ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Таблица 4

$t, ^\circ\text{C}$	$p_{\text{H}_2\text{O}}, \text{мм рт.ст.}$
10	9.2
20	17.5
30	31.8
40	55.3

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Таблица 5

Физическая величина	Обозначение	Внесистемные единицы измерения	Единицы измерения в СИ
Время	$\tau$	мин, ч	с
Выход продукта	$\eta$	%	-
Давление атмосферное	$p$	атм., мм рт.ст.	Па
Доля массовая объёмная	$\omega$	%	-
	$\varphi$	%	-
Количество вещества	$\nu$	МОЛЬ	МОЛЬ
Концентрация молярная (молярность) нормальная (нормальность)	$C_M$	МОЛЬ/Л	МОЛЬ/М <sup>3</sup>
	$C_N$	МОЛЬ(Э)/Л	МОЛЬ(Э)/М <sup>3</sup>
Масса абсолютная молярная	$m$	Г	КГ
	$M$	Г/МОЛЬ	КГ/МОЛЬ
Объём	$V$	МЛ, СМ <sup>3</sup> , Л	М <sup>3</sup>
Плотность	$\rho$	Г/СМ <sup>3</sup>	КГ/М <sup>3</sup>
Температура абсолютная Цельсия	$T$	-	К
	$t$	°С	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Список используемых сокращений:

**бц.** – бесцветный; **бв.** – безводный; **х.р.** – хорошо растворимо; **в.** – вода; **р.** – растворимо; **глиц.** – глицерин; **м.р.** – малорастворимо; **о.м.р.** – очень малорастворимо; **эт.** – этиловый спирт; **ац.** – ацетон; **∞** – растворяется (смешивается) во всех отношениях; **эф.** – диэтиловый эфир; **бзл.** – бензол; **хлф.** – хлороформ; **масл.** – маслянистый; **разл.** – разлагается; **гор.** – горячий; **мет.** – метиловый спирт; **крист.** – кристаллы; **кип.** – кипение; **орг.** – органические; **раств.** – растворитель; **редк.** – редкий; **жёлт.** – жёлтый.

Таблица 6

Вещества	Физические свойства	$M$ , г/моль	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$t_{пл}$ , °C	$t_{кип}$ , °C	Растворимость	Агрегатное состояние, цвет, запах
Ацетат свинца $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$		379,3	2,49	75	-	Х.р.в.; р.глиц.; о.м.р.эт.	Бц.
Изоамиловый спирт $(CH_3)_2CHCH_2CH_2OH$		88,2	0,81	-117,2	132,0	Р.в.; х.р.ац.; ∞ эт., эф.	Бц.ж.
Ацетон $CH_3COCH_3$		58,1	0,79	-95,4	56,2	∞ в., эт., эф., бзл., хлф.	Бц.ж.
Анилин $C_6H_5NH_2$		93,1	1,02	-5,89	184,4	Р.в.; ∞ эт., эф., ац., бэл.	Бц. масл. ж.
Ацетангидрид $(CH_3CO)_2O$		102,1	1,08	-73,1	140	Разл. эт.; р.в. с разл.; р.бзл.; хлф.; ∞ эф.	Бц.ж.; резк. запах
Бензойная кислота $C_6H_5COOH$		122,1	1,26	122,4	249	М.р.в.; р.гор.в., ац., бзл., мет.; х.р.эт., эф., гор.бзл.	Бц. крист.
Бутиловый спирт $C_4H_9OH$		74,1	0,81	-89,5	117,3	Р.в.; бзл.; ∞ эт., эф.; х.р.ац.	Бц. ж.
Изобутиловый спирт $(CH_3)_2CH-CH_2OH$		74,1	0,81	-108	108,4	Р.в., ∞ эт.,эф.	Бц. ж.
Гексиловый спирт $CH_3(CH_2)_4CH_2OH$		102,2	0,82	-51,6	157,5	М.р.в.; р.эт.; ац., хлф.; ∞ эф., бзл.	Бц. ж.
Глицерин $CH_2(OH)CH(OH)CH_2OH$		92,1	1,26	20	290 с разл.	∞ в., эт.; м.р.эф.; м.р.бзл., хлф.	Бц. сироп
Лимонная кислота $HOOCCH_2C(OH)CH_2COOH$ $COOH$		192	1,54	153 (тв.)	Разл. До кип.	Р.в., эт., эф.	Бц. крист.
Масляная кислота $CH_3(CH_2)_2COOH$		88,1	0,96	-5,3	163,5	∞ в., эт., эф. и др.орг.раств.	Бц. ж.
Муравьиная кислота $HCOOH$		46,0	1,22	8,3	100,7	∞ в., эт., эф., глиц.; р.бзл.; х.р.ац.	Бц. ж.; резк. запах

Муравьиный альдегид $HCHO$	30,0	-	-92	-19,2	Х.р.в., эт. (40% р-р в в. – формалин); р.эф., ац., бзл., хлф.	Бц. газ; резк. раздраж. запах
Нитробензол $C_6H_5NO_2$	123	1,19	5,76	210,9	М.р.в.; х.р.эт.; эф.; р.бзл., ац.	Бц. или жёлт. масл.ж.; горькоминдальный запах
Олеиновая кислота $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$	282,5	0,89	16,3	286	М.р.в.; ∞ эт., мет., эф.; р.бзл., хлф.	Крист.
Пальмитиновая кислота $CH_3(CH_2)_{14}COOH$	256,4	0,85	64	390	М.р.в.; р.эт.; эф., ац., бзл.; х.р.хлф.	Бц. крист.
Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$	342,3	1,58	185	-	Х.р.в.; м.р.эт.; мет.; м.р.эф.	Бц. крист.
Стеариновая кислота $CH_3(CH_2)_{16}COOH$	284,5	0,85	71,5	376	О.м.р.в., р.эт.; х.р.эф; р.хлф., бзл.	Бц. крист.
Уксусная кислота $CH_3COOH$	60,1	1,05	16,8	118,1	∞ в., эт., эф.; ац., бзл.	Бц. ж.; резк. характерн. запах
Фенол $C_6H_5OH$	94,1	1,06	40,9	181,7	Р.в.; х.р.эт., эф., ац., хлф., глиц.	Бц. крист.; характерн. запах
Щавелевая кислота $HOOC-COOH$	90,0	-	189,5 (бв.) 101,5(+2H <sub>2</sub> O)	-	Р.в., эт., эф.; м.р.бзл., хлф.	Бц. крист.
Этиленгликоль $CH_2OHCH_2OH$	62,1	1,12	-12,6	197,8	∞ в., эт.; р.эф	Бц. ж.
Этиловый спирт $C_2H_5OH$	46	0,78	-114,2	78,4	∞ в., эф., хлф., укс., мет., бзл., глиц. и др. орг. раств.	Ж., жгучий вкус, характерн. запах

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

## ЭБУЛЛИОСКОПИЧЕСКИЕ И КРИОСКОПИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ НЕКОТОРЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Таблица 7

Растворитель	Ацетон	Уксусная кислота	Вода
$K_3, K \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{кг}$	2.4	3.07	0.52
$K_{к2}, K \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{кг}$	1.48	3.90	1.86
$t_{пл.}, ^\circ\text{C}$	-94,6	16,8	0
$t_{кун.}, ^\circ\text{C}$	56,0	118,1	100

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Таблица 8

Вещество, функциональная группа	Реактив	Схема реакции	Характерные признаки
Непредельные углеводороды (алкены, алкины, диены), кратные связи	<i>p-p</i> $KMnO_4$ (розовый)	$CH_2=CH_2 + H_2O + KMnO_4 \rightarrow KOH + MnO_2\downarrow + CH_2(OH)-CH_2(OH)$	обесцвечивание <i>p-ра</i>
	<i>p-p</i> $I_2$ (бурый)	$CH_2=CH-CH_3 + I_2 \rightarrow CH_2(I)-CH(I)-CH_3$	обесцвечивание <i>p-ра</i>
	<i>p-p</i> $Br_2$ (желтый)	$CH_2=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2(Br)-CH_2(Br)$	обесцвечивание <i>p-ра</i>
Ацетилен	аммиачный <i>p-p</i> $Ag_2O$	$CH\equiv CH + [Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow AgC\equiv CAg\downarrow + NH_3\uparrow + H_2O$	образование осадка желтого цвета (взрывоопасен)
Бензол	нитрующая смесь $HNO_3 + H_2SO_4$	$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{t^o C, H_2SO_4(конц.)} C_6H_5-NO_2 + H_2O$	образование тяжелой жидкости светло-желтого цвета с запахом горького миндаля
Толуол	<i>p-p</i> $KMnO_4$ (розовый)	$C_6H_5-CH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5-COOH + H_2O + K_2SO_4 + MnSO_4$	обесцвечивание <i>p-ра</i>
Фенол (карболовая кислота)	<i>p-p</i> $FeCl_3$ (светло-желтый)	$C_6H_5OH + FeCl_3 \rightarrow (C_6H_5O)_3Fe + HCl$	окрашивание <i>p-ра</i> в фиолетовый цвет
	насыщенный <i>p-p</i> $Br_2$ (бромная вода)	$C_6H_5OH + Br_2 \rightarrow C_6H_2Br_3OH\downarrow + HBr$	образование белого осадка со специфическим запахом
Анилин (аминобензол)	<i>p-p</i> хлорной извести $CaOCl_2$ (бесцветный)		окрашивание <i>p-ра</i> в фиолетовый цвет
Этанол	насыщенный <i>p-p</i> $I_2 + p-p$ $NaOH$	$C_2H_5OH + I_2 + NaOH \rightarrow CHI_3\downarrow + HCOONa + NaI + H_2O$	образование мелкокристаллического осадка $CHI_3$ светло-желтого цвета со специфическим запахом
	$CuO$ (прокаленная медная проволока)	$C_2H_5OH + CuO \xrightarrow{t^o C} Cu\downarrow + CH_3-CHO + H_2O$	выделение металлической меди, специфический запах ацетальдегида



Гидроксогруппа (спирты, фенол, гидроксикислоты)	Металлический Na	$R-OH + Na \xrightarrow{t^{\circ}C} R-O^{-}Na^{+} + H_2\uparrow$ $C_6H_5-OH + Na \rightarrow C_6H_5-O^{-}Na^{+} + H_2\uparrow$	выделение пузырьков газа ( $H_2$ ), образование бесцветной студенистой массы
Эфиры (простые и сложные)	$H_2O$ (гидролиз) в присутствии NaOH при нагревании	$CH_3-C(O)-O-C_2H_5 + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$	специфический запах
Многоатомные спирты, глюкоза	Свежеосажденный гидроксид меди (II) в сильно щелочной среде	$CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH) + Cu(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} \begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ CH_2-O- \quad -O-CH_2 \\   \quad \quad \quad   \\ CH-O-H \quad O-CH \\   \quad \quad \quad   \\ HO-CH_2 \quad H \quad CH_2-OH \end{array}$	ярко-синее окрашивание р-ра
Карбонильная группа – CHO (альдегиды, глюкоза)	Аммиачный р-р $Ag_2O$	$R-CHO + [Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{t^{\circ}C} R-COOH + Ag\downarrow + NH_3\uparrow + H_2O$	образование блестящего налета Ag («серебряное зеркало») на стенках сосудов
	Свежеосажденный $Cu(OH)_2$	$R-CHO + Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^{\circ}C} R-COOH + Cu_2O\downarrow + H_2O$	образование красного осадка $Cu_2O$
Карбоновые кислоты	лакмус		окрашивание р-ра в розовый цвет
	р-р $Na_2CO_3$	$R-COOH + Na_2CO_3 \rightarrow R-COO^{-}Na^{+} + H_2O + CO_2\uparrow$	выделение $CO_2$
	спирт + $H_2SO_4$ (конц.)	$R-COOH + HO-R_1 \xrightarrow{t^{\circ}C} RC(O)OR_1 + H_2O$	специфический запах образующегося сложного эфира
Муравьиная кислота	лакмус		окрашивание р-ра в розовый цвет
	Свежеосажденный $Cu(OH)_2$	$HCOOH + Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^{\circ}C} Cu_2O\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$	образование красного осадка $Cu_2O$
	аммиачный р-р $Ag_2O$	$HCOOH + [Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{t^{\circ}C} Ag\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$	«серебряное зеркало» на стенках сосуда
Олеиновая кислота	р-р $KMnO_4$ (розовый) или $I_2$ (бурый) или $Br_2$ (желтый)	$C_{17}H_{33}COOH + KMnO_4 + H_2O \rightarrow C_8H_{17}-CH(OH)-CH(OH)-(CH_2)_7-COOH + MnO_2\downarrow + KOH$ $C_{17}H_{33}COOH + I_2 \rightarrow C_8H_{17}-CH(I)-CH(I)-(CH_2)_7-COOH$	обесцвечивание р-ра
Ацетаты (соли уксусной кислоты)	р-р $FeCl_3$	$CH_3COONa + FeCl_3 \rightarrow (CH_3COO)_3Fe + NaCl$	окрашивание р-ра в красно-бурый цвет

Стеарат натрия (мыло)	$H_2O$ (гидролиз) + фенолфта- леин	$C_{17}H_{35}COONa + H_2O \leftrightarrow$ $C_{17}H_{35}COOH \downarrow + NaOH$	окрашивание р-ра в малиновый цвет
	насыщенный р-р соли кальция	$C_{17}H_{35}COONa + Ca^{2+} \leftrightarrow$ $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca \downarrow + Na^+$	образование серого осадка
	Концентри- рованная неорганичес- кая кислота	$C_{17}H_{35}COONa + H^+ \leftrightarrow$ $C_{17}H_{35}COOH \downarrow + Na^+$	образование белого осадка
Белок	пламя	реакция горения	запах «паленого», жженных перьев
	$HNO_3$ (конц.); $t, ^\circ C$	ксантопротеиновая реакция (происходит нитрование бензольных колец в молекуле белка)	без нагревания – появляется желтое окрашивание р-ра; при нагревании и добавлении раствора аммиака белок окрашивается в желтый цвет
	Свежеосаж- денный $Si(OH)_2$	биуретовая реакция (образуется комплексное соединение)	сине-фиолетовое окрашивание р-ра

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

### ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица 9

Характерные свойства	Вещество
<i>Природные вещества</i>	
Природный (болотный, рудничный) газ. Газ без цвета и запаха, простейший углеводород	Метан $CH_4$
Бесцветный газ с эфирным запахом, горит ярким пламенем	Этан $C_2H_4$
Бесцветный газ с эфирным запахом (полученный из карбида кальция имеет запах примесного фосфина). При окислении кислородом дает высокотемпературное пламя. С металлами образует взрывчатые вещества. Горит на воздухе ярким коптящим пламенем	Ацетилен $C_2H_2$
Электроизолятор, нерастворим в воде, малорастворим в этаноле, а в сероуглероде, хлороформе и бензоле сначала набухает, а затем растворяется	Полиизопрен $[-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2-]$
Остропашнушая жидкость. Более сильная кислота, чем уксусная. Имеет свойства кислот и альдегидов. Яд. Используют для дезинфекции. Дает реакцию «серебряного зеркала»	Муравьиная кислота $HCOOH$

Жидкость с резким запахом. Температура плавления 16,8 <sup>0</sup> С, поэтому чистая кислота имеет название – ледяная	Уксусная кислота $CH_3COOH$
Бесцветное, водорастворимое вещество. Сильная кислота, содержится в некоторых растениях (крапива)	Щавелевая кислота $HOOC-COOH$
Содержится в сахарной свекле, используется для синтеза снотворных	Малоновая кислота $HOOC-CH_2-COOH$
Обнаружена в янтаре	Янтарная кислота $HOOC-(CH_2)_2-COOH$
Образуется при брожении молочного сахара, имеется в желудочном соке. Накапливается в мышцах при физической нагрузке, вызывая в них боль после тренировки	Молочная кислота $CH_3-CH(OH)-COOH$
Вязкие жидкости, содержащиеся в растительных маслах, компонент олифы	Линолевая (октодекадиен-9,12-вая) кислота $C_{17}H_{31}COOH$ Линоленовая (октодекатриен-9,12,15-вая) кислота $C_{17}H_{29}COOH$
Содержится в незрелых фруктах	Яблочная кислота $HOOC-CH(OH)-CH_2-COOH$
Животные жиры содержат насыщенные жирные кислоты. Растительные жиры, жиры рыб и водных млекопитающих содержат ненасыщенные жирные кислоты. Применяются как пищевые продукты, для производства маргарина, мыла, косметических средств, глицерина, свечей, олиф, алкидных смол	Жиры (триглицериды одноосновных жирных кислот)
Дают красно-фиолетовую окраску в растворе с сульфатом меди (II) в присутствии щелочи. В присутствии концентрированной азотной кислоты многие окрашиваются в желтый цвет. Некоторые в присутствии ацетата свинца (II) дают черный осадок, если к ним добавить раствор щелочи	Белки
Крахмал обнаруживается по синему окрашиванию с раствором йода. Глюкоза может вступать в реакцию «серебряного зеркала». Находят применение в пищевой, целлюлозно-бумажной, текстильной, химической промышленности, в медицине. Входят в состав всех живых организмов	Углеводы
<i>Вещества, используемые в промышленности</i>	
Сырье для получения синтетического каучука, бесцветный, легко сжижающийся газ	Бутадиен-1,3 $CH_2=CH-CH=CH_2$
Бесцветная, легколетучая жидкость с резким запахом	Ацетальдегид $CH_3-CHO$
Мономер каучука, входит в состав каротиноидов (предшественников витамина А)	2-метилбутадиен-1,3 $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$

Ядовитая жидкость (в небольших количествах ослепляет), хороший растворитель, растворим в воде. Используется как топливо и в производстве формальдегида. Синоним – древесный спирт, так как раньше его получали из продуктов пиролиза древесины	Метанол $CH_3OH$
Используется в пищевой промышленности, обладает наркотическим действием, растворим в воде. Используется как топливо, в этом случае его подвергают денатурации – добавляют к спирту вещества с неприятным запахом и вкусом	Этанол $C_2H_5OH$
Бесцветная вязкая жидкость, хорошо растворимая в воде. Яд. Водный раствор используется как антифриз (замерзает при низких температурах). Исходный реактив для производства взрывчатых веществ и лавсана	Этиленгликоль $CH_2(OH)-CH_2(OH)$
Бесцветная, вязкая, сладкая жидкость, хорошо растворимая в воде. Используется в парфюмерии (в мазях, для смягчения кожи) и как криопротектор (предохраняет от замерзания)	Глицерин $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$
Реагент для определения жирности молока. Содержится как примесь в этаноле, получаемом из природного сырья («симвуха»). Вызывает головную боль	Изопентанол $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2(OH)$
Жидкость с неприятным запахом, легко полимеризующаяся в стеклообразную массу	Акриловая кислота $CH_2=CH-COOH$
Бесцветный газ с удушающим запахом. Яд, антисептик, вызывает свертываемость белков. Легко полимеризуется. 40% водный раствор называется формалином	Формальдегид $HCHO$
Бесцветная жидкость с фруктовым запахом, хорошо растворима в воде и органических растворителях. Растворитель	Ацетон $CH_3-C(O)-CH_3$
Негорючий растворитель, огнегасящее средство. При хранении может образовывать фосген	Четыреххлористый углерод $CCl_4$
Газ, хладагент в холодильниках, метилирующий агент	Хлористый метил $CH_3Cl$
Жидкость, растворитель	Хлористый метилен $CH_2Cl_2$
Используется для получения диметилформамида	Диметиламин $(CH_3)_2NH$
Бесцветная жидкость с характерным запахом. Горит коптящим пламенем. Нерастворим в воде. Пары ядовиты. Химически устойчив. При гидрировании образует циклогексан	Бензол $C_6H_6$
Жидкость, способная обесцвечивать раствор перманганата калия (при этом образуется бензойная кислота)	Толуол $C_6H_5-CH_3$

Бесцветная жидкость с характерным запахом, используется для получения фенола. Так как малоактивен, используется как растворитель	Хлорбензол $C_6H_5Cl$
<i>Вещества, применяемые в медицине</i>	
Бесцветная легкокипящая жидкость с характерным эфирным запахом, плохо растворимая в воде. Применяется в медицине для наркоза. Чрезвычайно взрывоопасен в смеси с воздухом	Диэтиловый эфир $C_2H_5-O-C_2H_5$
Жидкость с ароматом сливочного масла. Противовоспалительное средство	Бутадион $CH_3-C(O)-C(O)-CH_3$
Взрывчатое вещество. Лекарственное средство, используемое при стенокардии	Глицеринтринитрат $CH_2-O-NO_2$ / $CH-O-NO_2$ / $CH_2-O-NO_2$
Жидкость со сладковатым запахом, на свету на воздухе образует фосген $COCl_2$ . В медицине используется как наркотическое средство	Хлороформ $CHCl_3$
Ярко-желтое твердое вещество с резким запахом, антисептик	Йодоформ $CHI_3$
Водный раствор – формалин, используется как антисептик и для сохранения («заморозки») трупов	Формальдегид $HCHO$
Газ, антисептик в стоматологии и травматологии	Хлорэтан $CH_3-CH_2-Cl$
Белые кристаллы, плохо растворимые в горячей воде. Антисептик, консервант	Бензойная кислота $C_6H_5COOH$
Водный раствор применяется как антисептик (карболовая кислота)	Фенол $C_6H_5OH$
<i>Вещества с характерным запахом</i>	
Жидкость с запахом горелого масла	Акролеин $CH_2=CH-CHO$
Жидкость с ароматом сливочного масла	Бутадион $CH_3-C(O)-C(O)-CH_3$
Жидкость с запахом бананов	Изобутилацетат $CH_3-C(O)-O-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$
Жидкость с запахом яблок	Метилбутират $C_3H_7-COOCH_3$
Жидкость с запахом ананасов	Этилбутират $C_3H_7-COOC_2H_5$
Жидкость с запахом груш	Изоамилбутират $C_3H_7-COOC_5H_{11}$
Жидкость со сладковатым запахом, на свету на воздухе образует фосген. В медицине используется как наркотическое средство	Трихлорметан $CHCl_3$

Газ с неприятным запахом рыбы или селедочного рассола	Триметиламин $(CH_3)_3N$
Жидкость с запахом ацетона и мяты	Циклогексанон $C_6H_{11}OH$
Белые кристаллы с сильным запахом, дезинфекатор воздуха, репеллент (отпугивает насекомых-кровососов), антимошь	1,4-дихлорбензол $C_6H_4Cl_2$
Жидкость с запахом жасмина	Бензилацетат $CH_3-C(O)-O-C_6H_5$
Желтая жидкость с запахом горького миндаля. Яд. Используется для синтеза анилина в реакциях восстановления	Нитробензол $C_6H_5-NO_2$
40% раствор – формалин. Обладает резким запахом, вызывает резь в глазах	Формальдегид $CH_2O$
Бесцветная жидкость с запахом горького миндаля. При хранении возможно выпадение игольчатых кристаллов бензойной кислоты	Бензальдегид $C_6H_5CHO$
<i>Ядовитые вещества</i>	
Метилирующий агент (участвует в реакциях присоединения метильной группы), очень токсичен, вызывает мутации, канцероген. Хорошо проникает через кожу	Диметилсульфат $(CH_3O)_2SO_2$
Этилирующий агент (участвует в реакциях присоединения этильной группы)	Диэтилсульфат $(C_2H_5O)_2SO_2$
Бесцветная жидкость с характерным запахом. Горит коптящим пламенем. Нерастворима в воде. Пары ядовиты. Химически устойчив. При гидрировании образует циклогексан	Бензол $C_6H_6$
Бесцветная маслянистая ядовитая жидкость со слабым запахом аммиака, легко всасывается через кожу. Плохо растворим в воде, образует с кислотами растворимые соли	Анилин $C_6H_5-NH_2$
Применяется в производстве винилхлорида, трихлорэтилена. Растворитель для удаления красок, клеев	Дихлорэтан $Cl-CH_2-CH_2-Cl$
Ядовитая жидкость (в небольших количествах ослепляет), хороший растворитель, растворим в воде. Используется как топливо и в производстве формальдегида. Синоним – древесный спирт, так как раньше его получали из продуктов пиролиза древесины	Метанол $CH_3OH$
<i>Взрывоопасные вещества</i>	
Взрывчатое вещество. Лекарственное средство, используемое при стенокардии	Глицеринтринитрат $CH_2-O-NO_2$   $CH-O-NO_2$   $CH_2-O-NO_2$

Белые взрывоопасные кристаллы	1,3-динитробензол $C_6H_4(NO_2)_2$
Взрывоопасные светло-желтые кристаллы	Тринитротолуол-2,4,6 $CH_3C_6H_2(NO_2)_3$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

### ЧИСТЯЩИЕ И МОЮЩИЕ СРЕДСТВА В БЫТУ

Таблица 10

Изделие и его назначение	Опасные компоненты и их токсические воздействия	Безопасные препараты, вещества, методы
Мыло туалетное	ПАВ и ароматизирующие добавки могут вызвать аллергическую реакцию	Загрязненную кожу моют теплым некипяченым молоком
Синтетические моющие средства (порошки) «Ока», «Планета» и т.п.	Мелкие частички порошков, содержащие ПАВ, ферменты, отдушки, вызывают катаральные изменения верхних дыхательных путей, раздражение кожи, аллергические реакции. Растворенные в воде натриевые соли слабых кислот имеют щелочную реакцию. Поэтому их водные растворы раздражают слизистые оболочки и кожу. При случайном заглатывании порошка нужно срочно обратиться за квалифицированной помощью к врачу. В качестве первой помощи можно использовать активированный уголь. При промывании желудка нужно следить за тем, чтобы пена не попала в дыхательные пути. При попадании на кожу кипящего раствора моющего средства поврежденное место обработать как при ожоге	Стирайте одежду с мылом. Мыло не содержит опасные добавки. Если же вы пользуетесь стиральными порошками, тщательно прополаскивайте одежду. Можно стирать недоваренным картофелем, после чего, если позволяет ткань, ее необходимо прокипятить в течение 30-40 минут
Чистящие средства	Биологически не разрушаемые средства, полифосфаты, отдушки, красители. При попадании в реки и озера уничтожают микроорганизмы, рыбу и другие живые организмы	Питьевая сода (гидрокарбонат) является универсальным чистящим средством. Она обладает мягкими абразивными свойствами. Безопасна при проглатывании.
Средства для чистки посуды, раковин и т.п.: «Пемоксоль-2», «Санитарный-2» и т.п.	Большинство компонентов раздражает кожу. ПАВ вызывают катаральные явления	При чистке можно использовать смесь поваренной соли и соды. Смешивайте жидкое мыло, глину и мелкий песок. Бура является эффективным чистящим средством и дезодорантом, предотвращает образование плесени. Опасно при проглатывании. Чтобы очистить

		<p><i>кастрюли от пригоревшей</i> пищи, положите немного соли, питьевой соды, добавьте воды и оставьте на несколько часов. Чтобы <i>хрустальная посуда</i> сверкала, ополосните ее раствором уксуса (1 столовая ложка на 1 литр воды). Для <i>чистки медных и бронзовых изделий</i> пользуйтесь следующей смесью: 15 г порошкообразного мела, 30 г 10% раствора аммиака и 30 г холодной воды. Другой способ: приготовьте пасту из лимонного сока и соли (или питьевой соды). Нанесите смесь на изделия и оставьте на 5 минут. Промойте водой и обсушите мягкой тканью. Для <i>хромированных изделий</i>: протрите их лимонной кожурой, затем промойте и отполируйте мягкой тканью. Для <i>серебряных изделий</i> используйте мягкую ткань с небольшим количеством зубной пасты. Промойте теплой водой. Другой способ: наполните стеклянный сосуд алюминиевой фольгой, добавьте 1-2 ложки питьевой соды, налейте воды и опустите в сосуд серебряные изделия на три минуты. Затем тщательно промойте водой. Для <i>золотых изделий</i>: если изделие не содержит ювелирные камни на основе амфотерных соединений алюминия или бериллия, промойте его в мыльной воде, отполируйте замшевой тканью</p>
<p>Средство для чистки окон, например «Секунда» (аэрозоль)</p>	<p>Изопропанол – для человека смертельная доза 0,4 л; действует подобно этанолу, но его опасные свойства проявляются при меньших дозах. Пропелленты, содержащие фреон, имеют наркотический эффект, разрушающий озоновый слой</p>	<p>Смеси для мытья окон: 1 столовая ложка уксуса на 1 литр воды, или, 2 ложки соды или буры на пол-литра воды, или 2 ложки кукурузного крахмала и 4 ложки уксуса на 4 литра воды. Нанесите смесь на стекло и протрите фланелью. Не протирайте окна газетами – влажные газеты выделяют токсичные вещества</p>
<p>Препараты для очистки канализационных труб, например «Крот-2»</p>	<p>Щелочь вызывает тяжелые раздражения кожи и слизистых оболочек. При попадании щелочи в глаза человек может ослепнуть</p>	<p>В раковине и в ванне необходимо установить фильтры для улавливания частичек пищи и волос. В качестве профилактической меры раз в неделю выливайте в раковину кипящую воду. В случае необходимости можно использовать металлическую «змею» (плунжер)</p>



**ПРИЛОЖЕНИЕ 10**  
**СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ**  
**В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ**

Таблица 11

Пищевой продукт	Содержание витамина С, мг	Пищевой продукт	Содержание витамина С, мг
Молоко (чайный стакан)	2,5	Жареная курица, 100 г	1,2
Кефир (чайный стакан)	1,8	Треска жареная, 100 г	0,8
Сыр голландский, 100 г	2,8	Судак отварной, 100 г	2,1
Творог жирный, 100 г	0,5	Капуста белокочанная, 100 г	45
Сырки или творожная масса, 100 г	0,5	Капуста квашеная, 100 г	30
Сливочное мороженое, 100 г	0,06	Морковь красная, 100 г	5
Борщ с картофелем и сметаной, 500 г	18,2	Помидоры, 100 г	25
Суп рисовый с мясом, 500 г	2,4	Огурцы, 100 г	10
Отварная курица, 100 г	1,4	Лук репчатый, 100 г	10
Картофель отварной чищенный, 100 г	14,4	Картофель жареный, 100 г	14,5
Картофель отварной в кожуре, 100 г	14,4	Капуста тушеная, 100 г	17,1
Морковь отварная, 100 г	4	Свекла отварная, 100 г	8,9
Лук жареный, 100 г	9	Абрикосы, 100 г	10
Апельсины, 100 г	60	Виноград, 100 г	6
Груши, 100 г	5	Клубника, 100 г	60
Слива, 100 г	10	Черная смородина, 100 г	200
Яблоки, 100 г	16	Кисель из черной смородины, 100 г	12
Черная смородина, протертая с сахаром, 100 г	48	Сок яблочный, 100 г	2

**ПРИЛОЖЕНИЕ 11**  
**РЕКОМЕНДУЕМОЕ СУТОЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ**  
**КИСЛОТЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП\***

Таблица 12

Группа интенсивности труда	Возрастная группа	Содержание витамина С, мг	Группа интенсивности труда	Возрастная группа	Содержание витамина С, мг
-	0-3 месяца	30	III	18-29 лет (мужчины)	80
-	4-6 месяцев	35	III	18-29 лет (женщины)	68
-	7-12 месяцев	40	III	30-39 лет (мужчины)	78
-	1-3 года	45	III	30-39 лет (женщины)	65
-	4-6 лет	50	III	40-59 лет (мужчины)	74
-	7-10 лет	60	III	40-59 лет (женщины)	62
-	11-13 лет (мальчики)	70	IV	18-29 лет (мужчины)	92
-	11-13 лет (девочки)	60	IV	18-29 лет (женщины)	79
-	14-17 лет (юноши)	75	IV	30-39 лет (мужчины)	90
-	14-17 лет (девушки)	65	IV	30-39 лет (женщины)	76
I	18-29 лет (мужчины)	70	IV	40-59 лет (мужчины)	86
I	18-29 лет (женщины)	60	IV	40-59 лет (женщины)	73
I	30-39 лет (мужчины)	68	V	18-29 лет (мужчины)	108
I	30-39 лет (женщины)	58	V	беременные женщины	72
I	40-59 лет (мужчины)	64	V	30-39 лет (мужчины)	107
I	40-59 лет (женщины)	58	V	кормящие женщины	80
II	18-29 лет (мужчины)	75	V	40-59 лет (мужчины)	98
II	18-29 лет (женщины)	64	-	от 60-74 лет (мужчины)	58

\* Группы интенсивности труда: I группа – работники преимущественно умственного труда; II группа – работники физического труда, не требующего больших энергетических затрат; III группа – работники механизированного труда; IV группа – работники немеханизированного труда средней тяжести; V группа – работники, занятые тяжелым физическим трудом (женщины в эту группу не входят).

II	30-39 лет (мужчины)	72	-	от 60-74 лет (женщины)	52
II	30-39 лет (женщины)	61	-	от 75 лет и старше (мужчины)	50
II	40-59 лет (мужчины)	69	-	от 75 лет и старше (женщины)	48
II	40-59 лет (женщины)	59			

### ОТВЕТЫ К РАСЧЕТНЫМ ЗАДАЧАМ

- 63.** 445 г  
**64.** 4,6 т; 45,9 т  
**65.** 6,72 кг  
**66.** 2,23 кг; 0,22 кг  
**67.** 2:1  
 (олеиновая : стеариновая)  
**68.** 5,48 кг  
**69.** 682,8 г  
**70.** 149,4 г  
**71.** 66,9 кг  
**72.** 1,63 кг  
**73.** 58,0 г  
**74.** тритридеканат  
 глицерина  
**75.** тридодеканат  
 глицерина  
**76.** 9,2 г  
**77.** 10,54 г; 96,87 г  
**78.** 80%  
**79.** 98%  
**80.** 13,8 г  
**81.** 28,2 г  
**82.** 583,8 г  
**83.** 4,42 кг  
**84.** 108,7 кг; 575,8 кг  
**85.** триолеат  
**86.** тристеарат  
**87.** 2:1  
 (линолевая : олеиновая)  
**88.** 45 г  
**89.** 1095,6 г  
**90.** 67,2 л  
**91.** 675 г  
**92.** 161 г  
**93.** 347,14 кг  
**94.** 36 г  
**95.** 23 г  
**96.** 2 г  
**97.** 28,8%  
**98.** 72 г  
**99.** 32,73 г  
**100.** 1,96%; 98,04%  
**101.** 40,8%  
**102.** 36,6%  
**103.** 90%  
**104.** 85,5 г  
**105.** 450 г; 112 л  
**106.** 336 г; 2 моль  
**107.** 83,5%  
**108.** 57,24 г  
**109.** 44,8 г  
**110.** 200 г  
**111.** 100 кг  
**112.** 111,1 кг; 48,3 кг  
**113.** 2250 см<sup>3</sup>  
**114.** 111,8 л  
**115.** 66,24 г  
**116.** 3,27%; 12,74%  
**117.** 284,4 г  
**118.** 59,7 л  
**119.** 51,3 г  
**120.** 32,37 г