

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева
Кафедра бурения нефтяных и газовых скважин

**Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине
«Химия нефти и газа»**



Ижевск

2020

УДК 665.612(075.8)

ББК 35.514-1я 73-5

У 912

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: д.т.н., ведущий научный сотрудник Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук С.С. Макаров

Составитель: старший преподаватель кафедры БНГС Института нефти и газа им. М.С. Гуцериева Трефилова Т.В.

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине «Химия нефти и газа / составитель: Трефилова Т.В. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет». - 2020 г. – 30 с.

В учебно-методическом пособии представлены методические указания к выполнению лабораторных работ, правила техники безопасности и рекомендации для ведения лабораторного журнала, приведены задачи, используемые для решения на практических занятиях.

Учебно-методическое пособие рекомендуется для студентов направления подготовки «Нефтегазовое дело» и программам специалитета «Нефтегазовая техника и технологии» и «Прикладная геология» очной, очно-заочной и заочной форм обучения и для преподавателей.

УДК 665.612(075.8)

ББК 35.514-1я 73-5

© Т.В. Трефилова, сост. 2020

© ФГБОУ ВО "Удмуртский государственный университет", 2020

Содержание

I. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	5
Правила по технике безопасности при работе в химической лаборатории.	5
Оформление лабораторных работ.	5
Показатели качества нефтепродуктов.....	6
Лабораторная работа №1 Определение плотности нефти и нефтепродуктов	8
Лабораторная работа №2 Определение содержания воды	10
Лабораторная работа №3 Определение фракционного состава нефти.....	12
Лабораторная работа №4 Исследование процесса обводненности нефти	15
Лабораторная работа №5 Определение вязкости нефтепродуктов	16
II. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.	18
Общая характеристика нефти. Состав нефти. Происхождение нефти. Переработка нефти и газа	18
Физические свойства нефти	19
Алканы	19
Циклоалканы	20
Алкены	22
Алкадиены	23
Алкины	25
Арены.....	26
Природный и попутный газы. Применение газа.	28
Использованные источники литературы	29

Учебно-методическое пособие устанавливает регламентированные требования к выполнению и защите лабораторных работ, практических заданий, ведению лабораторного журнала студентами направления подготовки «Нефтегазовое дело» и программам специалитета «Нефтегазовые техника и технологии» и «Прикладная геология» очной, очно-заочной и заочной форм обучения.

При составлении учебно-методического пособия были приняты во внимание опыт и методическое обеспечение ВУЗов нефтегазового профиля.

Основной задачей учебно-методического пособия является формирование, на базе теоретических знаний, полученных студентом за период изучения дисциплины, практических навыков, в соответствии с требованиями руководящих документов и ФГОС.

I. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Правила по технике безопасности при работе в химической лаборатории.

К работе в химической лаборатории допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда и технике безопасности на рабочем месте.

1. Пребывание студентов в лаборатории разрешается только в присутствии преподавателя.
2. Перед началом лабораторной работы необходимо привести в порядок свое рабочее место, убрав все лишнее.
3. Все работы в лаборатории должны проводиться в хлопчатобумажном халате, а в некоторых случаях необходимо использовать резиновые перчатки и защитные очки.
4. При всех работах следует соблюдать максимальную осторожность, помня, что неаккуратность, невнимательность, недостаточное знакомство с приборами и свойствами веществ, с которыми ведется работа, может повлечь за собой несчастный случай.
5. Химические опыты проводить с таким количеством вещества и концентрациями, в такой посуду и приборах и в таких условиях, которые указаны в руководствах.
6. Не ставить ни одного опыта и не пускать в дело ни одного прибора без предварительной проверки.
7. Не производить никаких опытов с нечистой посудой.
8. Не оставлять никаких веществ без этикеток или надписей.
9. Никаких веществ в лаборатории не пробовать на вкус.
10. Нюхать какие-либо вещества в лаборатории необходимо с осторожностью, не наклоняясь над сосудом и не вдыхая полной грудью, а направляя к себе пары или газа движением руки.
11. Не наклоняться над сосудом, в котором что-нибудь кипит или наливается какая-нибудь жидкость, особенно едкая.
12. Для засасывания жидкости в пипетку и вообще при работе с пипеткой необходимо пользоваться резиновой грушей.
13. Пробирку, в которой нагревается жидкость, держать отверстием в сторону от себя.
14. Остатки опасных веществ не выбрасывать в мусорные ящики или раковины, а тщательно собирать в предназначенные для этого сосуды.
15. Всякий прибор перед опытом должен быть проверен.
16. После окончания работы привести в порядок рабочее место, убрать все химические реактивы. Отработанные растворы реактивов слить в стеклянную тару с крышкой для их последующего уничтожения.

Оформление лабораторных работ.

Каждый студент оформляет в тетради для лабораторных работ ее результаты по форме.

1. Дата выполнения.
2. Название лабораторной работы и ее номер
3. Название работы
4. Уравнение реакций, наблюдения, расчеты, таблицы, графики
5. Выводы.

Лабораторный журнал заполнять в процессе выполнения работы.

Показатели качества нефтепродуктов.

Под качеством нефтепродукта понимают совокупность свойств, обеспечивающих его пригодность для использования по назначению. Всю совокупность свойств нефтепродуктов, определяющих их качество, можно разделить на две основные группы: физико-химические и эксплуатационные.

К физико-химическим относятся свойства, характеризующие состояние нефтепродуктов и их состав (плотность, вязкость, фракционный состав и др.)

Чистоту топлива характеризуют такие показатели качества, как содержание механических примесей, воды, мыл нафтеновых кислот, температур начала кристаллизации, парафинов и др.

Физико-химические свойства нефтепродуктов обусловлены ГОСТами и ТУ. В зависимости от степени подготовки устанавливаются 1,2,3 группы нефти.

По показателям степени подготовки нефть должна соответствовать нормам, указанным в таблице 1 (ГОСТ 9965-76):

Таблица 1

Группы нефти

Наименование показателя	Норма для группы		
	1	2	3
1. Концентрация хлористых солей, мг/дм ³ , не более	100	300	900
2. Массовая доля воды, % не более	0,5	1,0	1,0
3. Массовая доля механических примесей, % не более	0,05	0,05	0,05
4. Давление насыщенных паров, кПа (мм.рт.ст), не более	66,7(500)	66,7(500)	66,7(500)

Классы нефти.

В зависимости от массовой доли серы нефти подразделяются на три класса:

1. малосернистые (до 0,60%)
2. сернистые (от 0,61- до 1,80%)
3. высокосернистые (более 80%)

В зависимости от плотности при 20 °С каждый класс нефти подразделяется на три типа:

1. легкие (до 800кг/м³)
2. средние (от 851 до 885кг/м³)
3. тяжелые (более 885 кг/м³)

Физико-химические свойства нефтепродуктов определяются, как правило, стандартизированными методами. Применяются общие и специальные методы анализа нефтепродуктов. Первые служат для определения физико-химических свойств, нормируемых

для большинства товарных нефтепродуктов, например: содержание воды, золы, мех. примесей и т.д. Специальными методами определяются показатели, нормируемые только для определенной, более узкой группы нефтепродуктов. Например, содержание солей и фракционный состав нефтей, температура каплепадения и др.

В настоящем руководстве описываются лишь основные, наиболее часто применяемые методы испытания нефтепродуктов.

Лабораторная работа №1

Определение плотности нефти и нефтепродуктов

Плотность нефти бывает абсолютная и относительная. Абсолютная плотность измеряется массой тела, заключенной в единице объема и выражается в г/см³ или кг/м³. За единицу плотности принимают массу 1 см³ чистой воды при температуре 4³С.

Обычно пользуются относительной плотностью, представляющей отношение массы 1 см³ вещества при 20⁰С к массе 1 см³ чистой воды при 4⁰С (p^{20}_4). Плотность воды при 4⁰С имеет наибольшее значение и принята за единицу.

Плотность нефти и жидких нефтепродуктов определяется с помощью ареометра.

Сущность метода.

Ареометрический метод определения относительной плотности основан на законе Архимеда.

Сущность метода заключается в погружении ареометра в испытуемый продукт, снятии показания по шкале ареометра при температуре 20⁰С.

Аппаратура и принадлежности

1. Ареометры для нефти. Допускается применять ареометры для жидкостей, отградуированных по нижнему мениску.
2. Цилиндры для ареометров, стеклянные, объемом до 10 мл, 250 мл, 500 мл.
3. Термометры ртутные стеклянные (цена деления 1⁰С от 0 до 100⁰С).

Порядок выполнения работы

1. Цилиндр для ареометра устанавливают на ровной поверхности.
2. Пробу испытуемого продукта наливают в стеклянный цилиндр, избегая образования пузырьков. Пузырьки воздуха, которые образуются на поверхности, снимают фильтровальной бумагой.
3. Температуру испытуемой пробы измеряют до и после измерения плотности.
4. Чистый и сухой ареометр медленно и осторожно опускают в цилиндр с испытуемым продуктом, поддерживая ареометр за верхний конец, не допуская смачивания части стержня, расположенной выше уровня погружения ареометра.
5. Одновременно с этим отмечают температуру нефти или нефтепродукта.

Когда ареометр устанавливается и прекратятся его колебания (2-3 мин.) после погружения, отсчитывают показания мениска, при этом глаз находится на уровне мениска. Отсчет по шкале ареометра соответствует плотности нефтепродукта при температуре испытания. Плотность нефти и нефтепродуктов определяют при температуре 20⁰С. В тех случаях, когда по условиям работы плотность жидкости определяется не при температуре 20⁰С, а при какой-то другой температуре, ее значение может быть пересчитано по формуле Д.И.Менделеева:

$$p^{20}_4 = p^t_4 + y(t-20) \quad (1)$$

где p^t_4 – относительная плотность при температуре испытания, г/см³, t- температура, при которой проводится измерение плотности, ⁰С: y - средние температурные поправки плотности на 1⁰С., представленные в таблице 2.

Таблица 2

Температурные поправки для определения плотности нефтепродуктов

Плотность	Поправка на 1°С	Плотность	Поправка на 1°С
0,801-0,810	0,000778	0,901-0,910	0,000633
0,811-0,820	0,000738	0,911-0,920	0,000620
0,821-0,830	0,000738	0,921-0,930	0,000607
0,831-0,840	0,000725	0,931-0,940	0,000594
0,841-0,850	0,000712	0,941-0,950	0,000581
0,851-0,860	0,000699	0,951-0,960	0,000567
0,861-0,870	0,000686	0,961-0,970	0,000554
0,871-0,880	0,000673	0,971-0,980	0,000541
0,881-0,890	0,000660	0,981-0,990	0,000528
0,891-0,900	0,000647	0,991-1,000	0,000515

Лабораторная работа №2

Определение содержания воды

Содержание воды важно знать для определения количества чистой нефти при приемосдаточных операциях.

Для оценки массовой доли свободной и растворенной воды в нефтях и нефтепродуктах используют количественные методы анализа.

Метод перегонки с нерастворимым в воде растворителем (метод Дина и Старка) по ГОСТ 2477-65 наиболее распространен в лабораторной практике.

Сущность метода

Сущность метода состоит в нагревании пробы нефтепродукта с углеводородным растворителем и измерении объема сконденсированной воды в приемнике-ловушке.

Растворитель, испаряясь, увлекает за собой содержащуюся в нефтепродукте влагу.

Примечание: Если возникает сомнения в наличии воды, в ловушку опускается кристаллик перманганата калия, при содержании даже следов воды нижний слой окрасится в фиолетовый цвет.

Аппаратура, реактивы и материалы

- аппарат Дина и Старка;
- цилиндр измерительный на 100см³;
- палочка стеклянная длиной около 500 мм с резиновым наконечником или металлическая проволока такой же длины с утолщением на конце;
- кусочки фарфора или запаянные с одного конца стеклянные капилляры, или силиконовая жидкость;
- хромовая смесь;
- ацетон, толуол;

Подготовка к испытанию

1. Пробу испытуемого жидкого нефтепродукта 100см³ хорошо перемешивают пятиминутным встряхиванием в склянке, заполненной не более чем на $\frac{3}{4}$ емкости. Вязкие и парафинистые нефтепродукты предварительно нагревают до 40-50 °С на водяной бане.
2. В дистилляционную колбу вводят 100 см³ или 100 г пробы с погрешностью не более 1%. При применении приемника-ловушки со шкалой 10 см³ количество испытуемого образца (в зависимости от содержания воды) уменьшают так, чтобы объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке, не превышал 10 см³. Затем цилиндром отмеривают в колбу 100 см³ растворителя, тщательно перемешивают содержимое колбы до полного растворения испытуемого нефтепродукта и прибавляют в колбу несколько кусочков фарфора, или не сколько капилляров, чтобы исключить выброс. Для нефтепродуктов с низким содержанием воды количество растворителя может превышать 100 см³. Навеска нефтепродукта в граммах при этом будет равна произведению его объема на плотность в г/см³.
3. Аппаратуру собирают так, чтобы обеспечить герметичность всех соединений и исключить утечку пара и проникание посторонней влаги. Узкогорлую колбу соединяют при помощи шлифа, а широкогорлую при помощи перехода и шлифов с отводной трубкой чистого и сухого приемника-ловушки. К приемнику ловушке присоединяют при помощи шлифа очищенный ватой холодильник. Верхний конец

холодильника закрывают неплотным ватным тампоном во избежание конденсации атмосферной влаги внутри трубки холодильника. Включают приток холодной воды в кожух холодильника.

Проведение испытания.

1. Включают нагреватель, содержимое колбы доводят до кипения, далее нагревают так, чтобы скорость конденсации дистиллята в приемник была от 2 до 5 капель в секунду.

Если в процессе дистилляции происходит неустойчивое каплеобразование, то увеличивают скорость дистилляции или останавливают на несколько минут приток холодной воды в холодильник. Если под конец перегонки в трубке холодильника задерживаются капли воды, то их смывают растворителем, увеличив для этого на неопределенное время интенсивность кипения.

2. Перегонку прекращают, как только объем воды в приемнике-ловушке не будет увеличиваться и верхний слой растворителя станет совершенно прозрачным. Время перегонки должно быть не менее 30 и не более 60 минут.

Оставшиеся на стенках трубки холодильника капельки воды сталкивают в приемник-ловушку стеклянной палочкой или металлической проволокой.

3. После того, как колба охладится, а растворитель и вода в приемнике-ловушке примут температуру воздуха в комнате, аппарат разбирают и сталкивают палочкой или проволокой капельки воды со стенок приемника-ловушки.

Если в приемнике-ловушке со шкалой 10см³ собралось более 10см³ воды, то излишки выпускают в градуированную пробирку. Если в приемнике-ловушке собралось небольшое количество воды (до 0,3 см³) и растворитель мутен, то приемник-ловушку помещают на 20-30 минут в горячую воду для осветления и снова охлаждают до комнатной температуры.

4. Записывают объемы воды, собравшейся в приемнике-ловушке, с точностью до одного верхнего деления занимаемой водой части приемника-ловушки.

Обработка результатов

Объемную (X_1) долю воды в процентах вычисляют по формулам:

$$X_1 = \frac{V_0}{V} * 100\% \quad (2)$$

Где V_0 - объем воды в приемнике-ловушке, см³, V - объем пробы, см³.

Примечание: для упрощения вычисления плотность воды при комнатной температуре принимают 1г/см³, а числовое значение объема воды в см³- за числовое значение массы воды в г; при массе нефтепродукта (100±0,1г) за массовую долю воды принимают объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке, в см³.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух определений. Результат испытания округляют с точностью до 0,1%.

Объем воды в приемнике-ловушке 0,03 см³ и меньше считается следами.

Отсутствие воды в испытанном нефтепродукте определяется состоянием, при котором в нижней части приемника-ловушки не видно капель воды.

В сомнительных случаях отсутствие воды проверяется нагревание испытуемого нефтепродукта в пробирке, помещенной в масляную баню, до температуры 150°С. При этом отсутствием воды считается случай, когда не слышан треск.

Форма отчетности

1. Месторождение
2. Объем воды в приемнике-ловушке
3. Объемная доля воды.

Лабораторная работа №3

Определение фракционного состава нефти

Нефть представляет сложную смесь предельных углеводородов и не углеводородных соединений, поэтому обычными методами перегонки это сложную смесь разделить на индивидуальные составляющие невозможно. Нефть разделяется перегонкой на отдельные фракции, которые выкипают в определенных интервалах температур начала кипения (н.к.) и конца кипения (к.к.).

По фракционному составу нефти судят с той, какие нефтепродукты и в каком количестве можно из них выделить.

Фракционный состав- важная характеристика нефти, дающая представление о потенциальном содержании в ней светлых нефтепродуктов (бензиновые, керосиногазойлевые фракции) и масел.

Сущность метода.

Сущность метода заключается в перегонке 100 см³ испытуемой пробы на стандартном оборудовании при стандартных параметрах процесса: конденсации образующихся при нагреве паров и отвода дистиллята с последующим замером количества отгона мерным цилиндром.

Аппаратура, материалы, реактивы

1. Аппарат для разгонки нефтепродуктов;
2. Измерительный цилиндр V=100 мл или 50мл;
3. Термометр до 400°C;
4. Секундомер;
5. Барометр;
6. Бензин, четыреххлористый углерод;
7. Хромовая смесь;
8. Демультгатор для обезвоживания.

Подготовка к испытанию

1. Для определения фракционного состава нефтепродуктов лучше всего брать товарную нефть с содержанием воды не более 0,5% в противном случае, перед перегонкой нефтепродукты обезвоживают.

Внимание: Пробы, содержащие воду, для испытания непригодны.

2. Заполняют баню так, чтобы трубка холодильника была покрыта охлаждающим агентом. Охлаждающий агент (колотый лёд, вода, лёд с солью и др.) выбирают в зависимости от температуры разгонки.

Примечание: При отсутствии льда и снега допускается охлаждение водой.

3. Отмеряют 100 см³ пробы мерным цилиндром и переносят ее в колбу для перегонки, соблюдая меры предосторожности для того, чтобы жидкость не попала в пароотводную трубку.
4. Термометр, с плотно прилегающей пробкой устанавливается в горловину колбы так, чтобы шарик термометра располагается к центру горловины и нижний конец капилляра находился на уровне самой высокой точки нижней внутренней стенки пароотводной трубки.

5. Колбу с пробой устанавливают на подставку и соединяют с трубкой холодильника при помощи пробки, через которую проходит пароотводная трубка. Колбу устанавливают в вертикальном положении, при этом пароотводная трубка входит в трубку холодильника на расстоянии 25-50 мм.

6. При перегонке нефти и темных нефтепродуктов под конец трубки холодильника ставят чистый сухой цилиндр. Цилиндр ставят так, чтобы трубка холодильника входила в цилиндр не менее чем на 25 мм, но не ниже метки 100 см³, и не касалась его стенок. На время перегонки отверстие цилиндра закрывают ватой или листом фильтровальной бумаги.

Проведение испытания

1. Равномерно нагревают колбу так, чтобы до падения первой капли конденсата с конца трубки холодильника в соответствующий цилиндр прошло 5-10 минут.
2. Отмечают температуру, показываемую термометром в момент падения первой капли конденсата с конца трубки холодильника в мерный цилиндр, записывают как температуру начала перегонки (начала кипения)
3. Далее перегонку ведут с равномерной скоростью 4-5 см³ в 1 мин, что соответствует 20-25 каплям за 10 с.

При перегонке нефти скорость отгона вначале должна быть 2-5 см³ в 1 мин, а затем 2-2,5 см³ в 1 мин (одна капля в 1с).

4. В процессе перегонки между началом и концом кипения производят записи. Эти данные включают показания термометра при указанном проценте отгона или процент отгона при заданном показании термометра.

Показания термометра записывают с учетом поправок.

5. Перегонку нефти ведут до 300°C. При этом отмечают температуру начала кипения и объемы конденсатов при 100, 120, 150 °C и далее через каждые 20 °C до 300 °C.

Все отчеты ведут с погрешностью не более 0,5 см³ и 1 °C.

6. Нагрев колбы ведут до тех пор, пока ртутный столбик термометра не остановился на некоторой высоте, а после этого начинает опускаться. Максимальную температуру, показываемую при этом термометром, записывают как температуру конца кипения.

При появлении белых паров анализ считается недействительным. Для таких продуктов за температуру конца кипения принимают температуру, при которой произошла остановка ртутного столбика термометра и еще не появились белые пары. После этого нагрев колбы прекращают, дают стечь конденсату в течение 5 минут и записывают объем жидкости в цилиндре. После прекращения нагрева колбы верхний кожух снимают, колбу охлаждают в течение 5 минут, и, сняв термометр остаток нефти сливают в емкость для слива. При перегонке нефти объем остатка не измеряют.

Форма отчетности

1. Месторождение
2. Температура начала кипения – $T_{н.к.}$
3. Температура конца кипения – $T_{к.к.}$
4. Значения объемов конденсаторов %
При $t=100^{\circ}\text{C}$
 $t=120^{\circ}\text{C}$

$t=150^{\circ}\text{C}$

$t=170^{\circ}\text{C}$

$t=200^{\circ}\text{C}$

$t=250^{\circ}\text{C}$

$t=300^{\circ}\text{C}$

Лабораторная работа №4

Исследование процесса обводненности нефти

Как правило, вместе с нефтями из недр извлекается вода с растворенными в ней хлористыми солями. Наличие в нефти воды или водных растворов солей вызывает серьезные затруднения при ее переработке, вследствие чего нефть подвергают обессоливанию и обезвоживанию. Эти процессы контролируются лабораторными анализами.

1. Приборы и реактивы

1. Центрифуга «UNIVTRSA-16A»
2. Пробирка центрифужная градуированная с пробкой
3. Раствор деэмульгатора в углеводородном растворителе (р-р толуола)

2. Проведение испытания при комнатной температуре

Пробу нефти наливают в 2 центрифужные пробирки объемом 10 мл. В пробирку добавляют 1-2 капли деэмульгатора, тщательно перемешивают палочкой и ставят на 30 минут в центрифугу при скорости равной 5000 оборотов в минуту. Центрифуга должна быть уравновешена.

После центрифугирования измеряют объем воды и объем нефти в пробирке. Объем рассчитывают, как среднее арифметическое двух параллельных измерений.

Процент обводненности нефти рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{a}{d} * 100\% \quad (3)$$

где X- обводненность, %

a- объем воды в пробирке, мл

d- объем пробы нефти, мл

3. Проведение испытания при температуре 40-60°C

После проведения испытания при комнатной температуре пробирки с нефтью осторожно перемешивают стеклянной палочкой и ставят в стакан с водой, нагретой до 40-60°C. На 30 минут.

Далее испытание проводится так же, как и при комнатной температуре.

Лабораторная работа №5

Определение вязкости нефтепродуктов

Вязкость, как и плотность важный физико-химический параметр, используемый при подсчете запасов нефти, проектирования разработки нефтяных месторождений, выбора способа транспорта и схемы переработки. Вязкость или внутреннее трение свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению ее частиц под воздействием приложенной силы.

Различают вязкость абсолютную (динамическую η , кинематическую ν) и условную (ВУ). Существуют и различные метода определения вязкости. В тех случаях, когда значение вязкости нефтепродукта служит расчетной величиной (например, для расчета нефтепродуктов), расчет ведут по динамической или кинематической вязкости.

Вязкость товарных нефтепродуктов нормируется в единицах либо кинематической вязкости, либо условной.

На вязкость нефти и нефтепродуктов существенное влияние оказывает температура. С ее повышением вязкость уменьшается. Вязкостно-температурные свойства зависят от фракционного и углеводородного состава нефти.

В лабораторной практике чаще определяют кинематическую вязкость, которая является нормируемым показателем качества нефтепродуктов.

Кинематическая вязкость ν представляет собой отношение динамической вязкости жидкости к плотности при той же температуре.

В программе исследования нефтей определяют кинематическую вязкость при температуре 20 и 50°C.

Единица кинематической вязкости в системе СИ=м/с², на практике используют мм²/с и сантистокс (сСт) (1сСт=1мм²/с).

1. Сущность метода

Сущность метода заключается в измерении времени истечения определенного объема испытуемой жидкости под влиянием силы тяжести.

2. Аппаратура, реактивы и материалы

1. Вискозиметры капиллярные из стекла типов ВПЖТ-1, ВПЖТ-2, ВПЖ-1, ВПЖ-2, ВПЖ-4 и др.

Для каждого диапазона вязкости необходимо иметь набор вискозиметров. Чтобы не было необходимости вносить поправку на кинематическую энергию, конструкция всех этих вискозиметров рассчитана на минимальное время истечения 200 сек.

2. Сушильный шкаф.

3. Штативы для закрепления вискозиметров.

4. Термостат или баня. Для наполнения бани используют прозрачную жидкость. В качестве бани используют любой прозрачный сосуд такой глубины, чтобы нефтепродукт, находящийся в вискозиметре, был погружен не менее, чем на 20 мм ниже уровня жидкости в бане и не менее чем на 20 мм над дном бани. Баня должна быть снабжена устройством, позволяющим точно регулировать температуру жидкости в бане.

Для заполнения бани или термостата применяют:

- воду, дистиллированную для температуры от 15-60 °C;

- глицерин по ГОСТ 6824-76 или глицерин, разбавленный водой 1:1 для температуры выше 60°C
- 5. Термометры
- 6. Секундомер
- 7. Нефрас-С
- 8. Ацетон или толуол
- 9. Спирт этиловый
- 10. Хромовая смесь
- 11. Вода дистиллированная.

3. Подготовка к испытанию

Для испытания применяют чистый сухой вискозиметр с пределами измерения, соответствующими ожидаемой вязкости испытуемого образца.

Между последовательными определениями вискозиметр несколько раз промывают растворителем. Сушат вискозиметр в сушильном шкафу при $t=100-120^{\circ}\text{C}$. Периодически промывают хромовой смесью для удаления отложений органических веществ, тщательно прополаскивают последовательно дистиллированной водой и ацетоном.

4. Проведение испытания

1. Вискозиметр заполняют испытуемым нефтепродуктом.
2. Заполненный вискозиметр помещают строго вертикально в термостатирующее устройство, выдерживают 20-30 минут для достижения температурного равновесия.
3. Доводят высоту столбика нефтепродукта в капилляре вискозиметра приблизительно на 5 мм выше первой метки.

Время перемещения мениска от первого до второй метки при свободном истечении исследуемого нефтепродукта определяют с точностью до 0,2 с.

5. Обработка результатов.

1. Кинематическую вязкость исследуемого нефтепродукта (ν) в $\text{мм}^2/\text{с}$ вычисляют по формуле:

$$\nu = C * \tau \quad (4)$$

где C - постоянная вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$, τ - среднее арифметическое время истечения нефтепродуктов в вискозиметре, с;

2. Динамическая вязкость исследуемого нефтепродукта (η) в $\text{мПа} \cdot \text{с}$ вычисляют по формуле:

$$\eta = \nu * Q \quad (5)$$

где η - кинематическая вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$;

Q - плотность при той же температуре, при которой определялась вязкость, $\text{г}/\text{см}^3$.

В практике геологических исследований нефти, водонефтяных эмульсий динамическую вязкость определяют ротационным вискозиметром типа Реотест.

II. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

Общая характеристика нефти. Состав нефти. Происхождение нефти. Переработка нефти и газа

1. Напишите формулы строения углеводородов, которые могут находиться в нефти и содержат 5 атомов углерода в молекуле.
2. Все сорта авиационных бензинов начинают перегоняться при температуре около 40°C и кончают перегоняться при температуре практически не выше 180°C . Назовите содержащиеся в них углеводороды–гомологи метана: а) с наименьшей; б) с наибольшей относительной молекулярной массой.
3. Почему выделить отдельные углеводороды из более высококипящих фракций нефти часто труднее, чем получить их из низкокипящих фракций? Какие химические методы используют для вторичной переработки нефти?
4. Необходимо приготовить раствор брома в бензине с не изменяющимся при хранении содержанием брома. Следует ли для этого взять бензин прямой гонки или крекинг-бензин?
5. Можно ли представить химическими уравнениями процессы, происходящие: а) при перегонке нефти; б) при крекинге нефти. Дайте обоснованный ответ.
6. Какой из газов крекинга нефти служит для получения изопропилового спирта?
7. Чем отличается состав газов термического и каталитического крекингов? Для каких целей эти газы используются?
8. Что такое ароматизация нефти? Составьте уравнения реакций, поясняющие этот процесс.
9. Что такое октановое число? Влияет ли строение углеводородов на величину этого числа? Можно ли повысить октановое число бензина, получаемого перегонкой нефти?
10. Охарактеризуйте бензин, полученный при термическом и каталитическом крекинге.
11. Укажите названия важнейших нефтепродуктов и перечислите области их применения.
12. Чем отличается крекинг от пиролиза? Что такое каталитический риформинг?
13. Приведите геологические и геохимические аргументы в пользу органической теории происхождения нефти.
14. При крекинге нефти образуется этилен, который можно использовать для получения уксусной кислоты. Приведите уравнения соответствующих реакций.
15. Вычислите объем кислорода (н.у.), который необходим для сжигания 60 кг бензина, содержащего 80% гептановых изомеров и 20% октановых изомеров.
16. Напишите уравнения реакций, которые могут происходить с углеводородом додеканом $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ при крекинге нефти.
17. Что представляет собой нефтяной кокс? Из чего он образуется? Для чего используется? Дайте исчерпывающий ответ.
18. Основными процессами, протекающими при ароматизации нефти (каталитический риформинг), является дегидрирование нафтендов и циклизация алканов с одновременным дегидрированием. Составьте схемы образования этими способами: а) бензола; б) толуола.
19. Рассчитайте удельную теплоту сгорания синтез - газа, состоящего из 0,5 мольных долей CO и 0,5 мольных долей H_2 , при стандартных состояниях и 298°K .
20. Рассчитайте стандартный тепловой эффект, константу равновесия реакции получения метанола из H_2 и CO при 298°K . Определите температуру, при которой наступит равновесие этой реакции при стандартных состояниях.

Физические свойства нефти

1. Как влияет температура на вязкость нефти и нефтепродукта? От чего зависят вязкостно-температурные свойства нефти и нефтепродукта?
2. Как влияет температура и состав нефти на величину ее плотности?
3. Охарактеризуйте оптические свойства нефти.
4. Что такое структурная вязкость?
5. Какие методы определения молекулярной массы вы знаете? Охарактеризуйте их.
6. Какие методы определения плотности вы знаете? Охарактеризуйте их.
7. Какие методы определения вязкости вы знаете? Охарактеризуйте их.
8. Вычислите кинематическую вязкость нефти, истекающей через вискозиметр за 1 мин 20 с. Постоянная вискозиметра $0,3085 \text{ мм}^2/\text{с}^2$. В каких единицах в системе СИ и СГС измеряется кинематическая вязкость?
9. Какую информацию можно получить из величины показателя преломления нефти (нефтепродукта). Как его можно определить?
10. Вода – обычный спутник сырых нефтей. В каком виде вода может содержаться в нефти?
11. Начертите график температурных кривых вязкостей различных нефтей и объясните ход кривых.
12. Что называется условной вязкостью? В каких единицах измеряется условная вязкость? Для каких нефтепродуктов определяют условную вязкость?
13. Текучесть нефти равна $0,00176 \text{ г/мм} \cdot \text{с}$. Определить кинематическую вязкость нефти при $t = 20^\circ\text{C}$, если плотность его при той же температуре равна $0,8094 \text{ г/мл}$.
14. Вычислите среднюю молекулярную массу легких фракций нефти, растворенных в бензоле концентрацией 20%, если понижение температуры замедления раствора равно 2° , а криоскопическая константа для бензола $K_{\text{кр}} = 5,12$.
15. Сопоставьте по величине вязкости одинаковые по числу атомов углерода углеводороды парафинового, нафтенового и ароматического рядов. Каково влияние строения молекул на величину вязкости?
16. Масса откалиброванного на 10 мл пикнометра при $t = 20^\circ\text{C}$ с нефтью равна $8,0543 \text{ г}$. Определите плотность нефти при $t = 20^\circ\text{C}$, если масса пикнометра равна $0,041 \text{ г}$.
17. В 250 г органического растворителя содержатся g г растворенной нефти с молекулярной массой M . Криоскопическая постоянная растворителя равна K . Какое выражение для $\Delta t_{\text{крис.}}$ правильно: а) Kg / M ; б) $4Kg / M$; в) $Kg / 4M$?
18. Как определяют плотность высоковязких нефтей и нефтепродуктов?
19. С помощью ареометра определили плотность нефти при температуре анализа, равной 30°C . Определите плотность нефти при стандартной температуре 20°C .
20. Какую температуру называют температурой вспышки и какую температурой воспламенения? Что характеризуют эти величины?

Алканы

1. Напишите структурные формулы изомерных предельных углеводородов состава C_7H_{16} , главная цепь которых состоит из пяти углеродных атомов, и назовите их по систематической номенклатуре. Укажите число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в каждом изомере.
2. Приведите уравнение реакции крекинга гексадекана.
3. Напишите структурные формулы всех предельных углеводородов с пятью атомами углерода в главной цепи, плотность паров которых по водороду равна 50. Назовите их по систематической номенклатуре.

- При гидролизе карбида алюминия образовался метан объемом 2,24 л (н.у.). Вычислите массу образовавшегося гидроксида алюминия.
- Вычислите элементный состав (% по массе) предельных углеводородов, плотность паров которых по водороду равна 36.
- Напишите все изомеры соединений состава C_8H_{18} , C_4H_7Br .
- При дегидрировании бутана объемом 10 л выделилось 20 л водорода. Установите молекулярную формулу образовавшегося продукта. Объемы газов измерены при одинаковых условиях.
- Напишите структурные формулы всех возможных изомерных радикалов: C_2H_5 - , C_3H_7 - , C_4H_9 - и назовите их.
- Напишите последовательность реакций, с помощью которых из метана можно получить 2,2,3,3 – тетраметилбутан.
- Углеводород неразветвленного строения А изомеризуется в вещество В, которое при дегидрировании образует соединение С, применяемое в синтезе каучука. Приведите формулы веществ А, В и С. Напишите уравнения реакций.
- При крекинге углеводорода А образуются два других углеводорода с одинаковым числом углеродных атомов. Углеводород с меньшей относительной молекулярной массой В при дегидрировании образует вещество С, используемое в синтезе каучука. Приведите формулы веществ А, В, С. Напишите уравнение реакций.
- Какой объем водорода (н.у.) выделится при каталитическом дегидрировании метилциклогексана массой 49 г в толуол, если реакция протекает с выходом 75% от теоретического?
- Определите молекулярную формулу предельного углеводорода, если известно, что при полном сгорании 8,6 г его образовалось 13,44 л (н.у.) оксида углерода (IV).
- В веществе А содержится 83,33% углерода по массе и водород. Установите возможные структурные формулы А.
- Напишите уравнения реакций, при помощи которых из метана и неорганических реагентов можно получить бутан.
- Напишите структурные формулы соединений по их названиям: 2-метилпентан, 2,5,6-триметилгектан, 3,3-диэтилгексан, 2-метил-4-изопропилнонан. Изобразите структурные формулы изомеров алкана C_6H_{14} и назовите их.
- При сгорании алкана массой 3,6 г образуется оксид углерода (IV) объемом 5,6 л (н.у.). Какой объем кислорода, приведенный к нормальным условиям, потребуется для реакции.
- Напишите уравнения реакций, которые нужно провести для осуществления следующих превращений:
 $Al_4C_3 \rightarrow CH_4 \rightarrow CH_3Br \rightarrow C_2H_6 \rightarrow CO_2 \rightarrow CO \rightarrow CH_4$.
 Укажите условия протекания реакций.
- Какие из перечисленных ниже соединений являются изомерами: а) 2-метилгексан; б) 3-метилгептан; в) 3-этилгексан; г) 2,2-диметилгептан; д) 2,4-диметилгексан; е) 2-метилоктан? Дать определение изомеров.
- Органическое вещество содержит углерод (массовая доля 84,21%) и водород (15,79%). Плотность паров вещества по воздуху составляет 3,93. Определите формулу этого вещества.

Циклоалканы

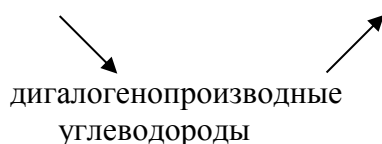
- Углеводород циклического строения, не имеющий ответвлений в циклической цепи, имеет плотность паров по воздуху 1,931. Массовая доля углерода в этом веществе

составляет 85,7%. Определите формулу углеводорода и напишите его структурную формулу.

- При сгорании циклоалкана массой 7 г образуется оксид углерода массой 22 г. Какой объем кислорода, измеренный при нормальных условиях, расходуется при этом?
- Для сжигания некоторого объема циклопарафина требуется шестикратный объем кислорода. Рассчитайте максимальную массу гидроксида бария, которая может вступить в реакцию с продуктом горения 1 л (н.у.) этого парафина.
- Определите формулу циклоалкана, на сгорание которого затрачивается объем кислорода в 9 раз больший, чем объем паров циклоалкана. Назовите этот циклоалкан, если известно, что его углеводородный скелет имеет неразветвленное строение.
- Составьте уравнения реакций: а) гидрирования циклобутана; б) гидрогалогенирования циклопропана; в) галогенирования циклопропана; г) полного окисления циклопентана.
- При сгорании 1 л паров циклопарафина получается 6 л углекислого газа. Какой объем кислорода при этом расходуется? (Все объемы измеряются при одинаковых условиях).
- Напишите формулу циклопарафина, при сгорании паров которого получается в 5 раз больший объем оксида углерода (IV), чем объем исходного парафина, измеренный при тех же условиях.
- Напишите формулу циклопарафина, на сгорание паров которого расходуется в 6 раз больший объем кислорода.
- Сколько различных циклопарафинов соответствуют молекулярной формуле C_5H_{10} ? Изобразите их структурные формулы и напишите названия.

Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно получить: а) циклобутан из бутана; б) бутан из циклобутана; в) оксид углерода (IV) из циклопропана; г) бензол из гексана.

Предельные углеводороды $\longleftrightarrow$ циклопарафины $\longleftrightarrow$ ароматические углеводороды



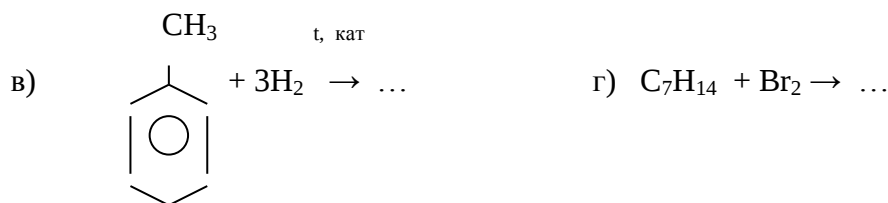
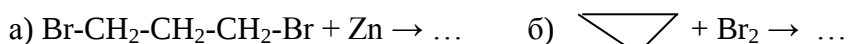
Согласно приведенной схеме, составьте уравнения химических реакций.

- Напишите структурные формулы соединений:

а) 1,1-диметилциклобутан;	б) 1,1,2,2-тетраметилциклобутан;
в) 1-бром-2-метилциклогексан;	г) 1,3-диметилциклогексен;
д) изопропилциклогексан;	е) 1,3-дихлорциклопентан.
- Углеводород А, плотность которого при нормальных условиях равна 2,5 г/л, не обесцвечивает водный раствор перманганата калия, а при взаимодействии с водородом в присутствии платины дает смесь двух веществ. Определите структуру А.
- Напишите структурные формулы соединений:

а) циклогептан;	б) этилциклогексан;
в) 1,3-диметилциклопентан;	г) 1,2-дихлорциклопентан;
д) 1,2-диметилциклопропан;	е) 1,1,2-триметилциклопентан.
- Осуществите превращения по схеме
 $C_6H_{14} \rightarrow C_6H_{12}Cl_2 \rightarrow C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6$
- Какой объем воздуха расходуется для полного сжигания смеси циклобутана и бутена объемом 10 л? Объемы газов измерены при одинаковых условиях.

15. Циклогексен массой 12,3 г подвергли гидрированию. Продукт гидрирования сожгли, получив оксид углерода (IV) объемом 13,44 л (н.у.) Определите выход продукта гидрирования, если выход продуктов горения – количественный
16. Гексахлоран (гексахлорциклогексан) является продуктом реакции присоединения максимального количества хлора к молекуле бензола. Он применяется как ядохимикат для борьбы с вредными насекомыми и с болезнями растений, для уничтожения сорняков. Сколько г хлора потребуется для превращения 39 г бензола в гексахлоран?
17. Два углеводорода А и Б, имеющие циклическое строение, являются соседними членами гомологического ряда. Массовая доля углерода в обоих веществах А и Б составляет 85,71%. Относительная плотность смеси А и Б по водороду составляет 29,4. Определите формулы углеводородов А и Б. К какому гомологическому ряду они относятся? Изобразите структурные формулы изомеров веществ А и Б. Рассчитайте массовые доли газов в их смеси.
18. Закончите уравнения следующих реакций:



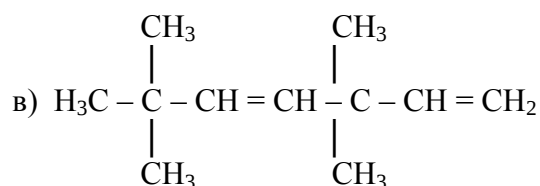
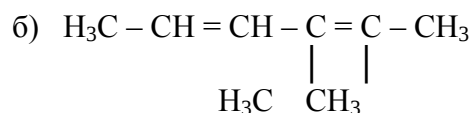
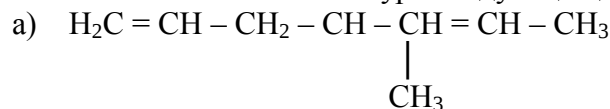
Алкены

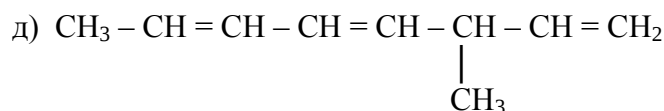
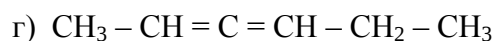
1. Промышленным способом получения дивинила из нефтяного сырья является дегидрирование бутилена. Составьте уравнение этой реакции.
2. В нефтехимической промышленности получают спирты взаимодействием воды с непредельными углеводородами. Укажите, какой углеводород может дать этанол и какой – бутанол-2.
3. Сколько изомерных алкенов могут соответствовать эмпирической формуле C_5H_{10} ? Напишите структурные формулы этих изомеров и назовите их.
4. Какую массу бромной воды с массовой долей брома 1,6% может обесцветить пропилен объемом 1,12 л (н.у.)?
5. Смесь метана и этилена объемом 400 мл (н.у.) обесцветила бромную воду с массовой долей брома 3,2% массой 40 г. Определите объемную долю этилена в смеси.
6. Алкен нормального строения содержит двойную связь при первом углеродном атоме. Образец этого алкена массой 0,7 г присоединил бром массой 1,6 г. Определите формулу алкена и назовите его.
7. Какой объем водорода, измеренный при нормальных условиях, может присоединить смесь газов массой 15,4 г, которая содержит этилен (массовая доля 54,5%), пропилен (27,3%) и бутилен (18,2%)?
8. Приведите не менее трех химических реакций, в результате которых может быть получен этилен. Укажите необходимые условия протекания реакций.
9. Рассчитайте выход продукта реакции (в % от теоретического), если при взаимодействии 5,6 л этилена (н.у.) с бромом получено 42,3 г 1,2-дибромэтана.
10. Какой объем этилена можно окислить кислородом объемом 10 л для получения ацетальдегида? Объемы газов измерены при одинаковых условиях.

11. Этиленовый углеводород массой 7 г присоединяет 2,24 л (н.у.) бромоводорода. Определите молярную массу и строение этого углеводорода, если известно, что он является цис-изомером.
12. Четыре ненасыщенных углеводорода имеют одинаковый состав (по массе): 85,7% углерода и 14,3% водорода. Установите формулы этих углеводородов, если плотности их паров по воздуху равны 0,97; 1,45; 1,93; 2,41 соответственно.
13. Напишите формулы строения 2-метилбутена-2, 3-этилгептена-3, транс-дихлорэтена, цис-бутена-2.
14. Напишите формулы строения изомерных углеводородов, представляющих собой газы с относительной плотностью по водороду, равной? Какие из них обесцвечивают раствор перманганата калия? Составьте уравнения реакций этих углеводородов с бромной водой. Назовите все вещества.
15. Углеводород относится к гомологическому ряду этилена. Напишите его формулу строения, зная, что 0,21 г его присоединяет 0,80 г брома.
16. При пропускании смеси этилена с метаном через склянку с бромом масса склянки увеличилась на 8 г. Вычислите объем прореагировавшего газа.
17. Чтобы очистить от примеси гексана гомолог этилена состава C_6H_{12} , у которого двойная связь делит молекулу на 2 симметричные части, его обработали бромом, затем перегонкой освободили продукт реакции от гексана и, наконец, этот продукт нагрели с цинком. Объясните сущность этого способа очистки соответствующими уравнениями реакций.
18. Какой объем этилена должен вступить в реакцию с водородом, чтобы образовалось 3 г этана?
19. Напишите формулу строения вещества, образующегося в результате присоединения брома : а) к пропилену; б) изобутилену.
20. Поясните правило Марковникова на примере реакции присоединения хлорида иода ICl к 2-метилпропену.

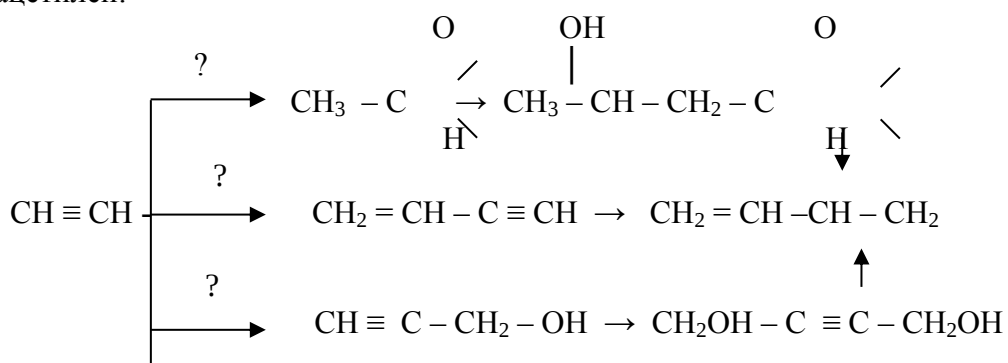
Алкадиены

1. При гидрировании бутадиена-1,3 массой 8,1 г получили смесь бутана и бутена-1. При пропускании этой смеси через раствор брома образовался 1,2-бромбутан массой 10,8 г. Определите массовые доли углеводородов в полученной смеси.
2. Напишите структурные формулы соединений по их названиям: 2,3-диметилбутадиен-1,3; 2-метилбутадиен-1,3; пентадиен-2,3; 2-хлорбутадиен-1,3.
3. Назовите по систематической номенклатуре следующие диеновые углеводороды:

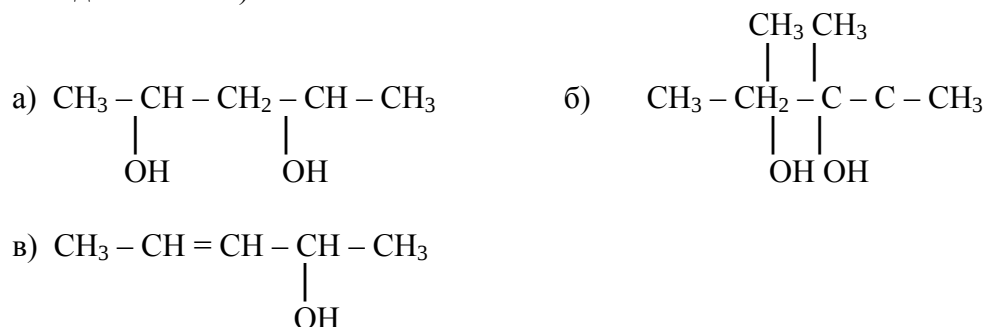




4. Сколько брома может присоединиться к 30 г бутадиена-1,3?
5. Чем объясняется высокая химическая активность диеновых углеводородов? В какие реакции они вступают? Приведите примеры.
6. Напишите все изомеры для углеводорода C_5H_8 .
7. Назовите по систематической номенклатуре IUPAC следующие углеводороды:
 - а) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$
 - б) $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH}_2$
 - в) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
 - г) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$
 - д) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \underset{\text{CH}_2}{\text{CH}_2} - \text{C} - \underset{\text{CH}_2}{\text{CH}_3}$
8. Составьте структурные формулы углеводородов:
 - а) 2,5-диметилгексадиен-1,5;
 - б) гексадиен-2,4;
 - в) 2,7-диметилоктадиен-3,5;
 - г) 2-этилпентадиен-1,3.
9. Предложите схему получения изопрена из пентановой фракции нефти.
10. Напишите уравнения реакций получения хлоропрена из метана и необходимых неорганических веществ.
11. Напишите уравнения реакций между следующими веществами:
 - а) 2-метилбутадиеном-1,3 и бромоводородом;
 - б) пентадиеном-1,4 и хлором.
12. Напишите уравнения взаимодействия брома со следующими углеводородами:
 - а) пентадиеном-1,4;
 - б) пентадиеном-1,3.
13. Исходным сырьем для получения хлоропренового каучука является ацетилен: ацетилен $\rightarrow$ винилацетилен $\rightarrow$ хлоропрен $\rightarrow$ полимер хлоропрена.
14. Напишите уравнения реакций получения хлоропренового каучука. Чем отличается каучук от резины?
15. Вулканизация каучука связана с взаимодействием серы с молекулами каучука. Приведите схему реакции серы с натуральным и бутадиеновым каучуками.
16. Осуществите следующие превращения:
 - а) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2 \rightarrow \text{ClCH}_2 - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{CH}_3$;
 - б) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2 \rightarrow \text{BrCH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHCl} - \text{CH}_2\text{Br}$.
17. Получите 1,5-гексадиен по реакции Вюрца, по реакции Гриньяра-Вюрца.
18. Предложите пути синтеза бутадиена-1,3, используя в качестве исходного вещества ацетилен:



19. Напишите уравнения реакций дегидратации следующих соединений (катализатор – оксид алюминия):



20. Бутадиен-1,3 по-разному реагирует с водородом. Напишите уравнения реакций гидрирования бутадиена-1,3:
- а) натрием (в спирте) ;
б) водородом в присутствии катализатора (никель, платина)
21. Напишите структурные формулы всех диеновых углеводородов, при гидрировании которых получается 2-метилпентан. Назовите их по номенклатуре IUPAC.

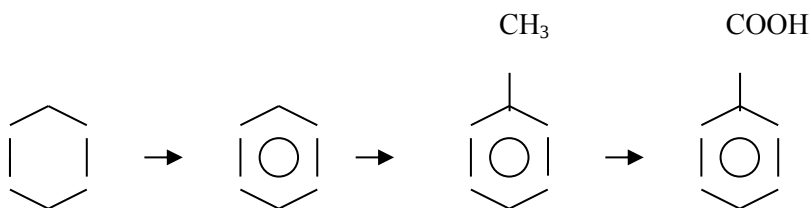
Алкины

1. Какие виды изомерии характерны для углеводородов гомологического ряда ацетилена? Привести примеры.
2. Напишите структурные формулы изомерных ацетиленовых углеводородов состава C_7H_{12} , главная цепь которых состоит из пяти углеродных атомов, и назовите их.
3. Ацетилен массой 15,6 г присоединил хлороводород массой 43,8 г. Установите структуру продукта реакции.
4. Рассчитайте элементный состав (в % по массе) изомерных ацетиленовых углеводородов, плотность паров которых по кислороду равна 1,69. Напишите структурные формулы возможных изомеров.
5. Какая масса карбида кальция вступила в реакцию с водой, если при этом выделилось 5,6 л ацетилена (н.у.)?
6. Составьте уравнение полного сгорания ацетиленового углеводорода, являющегося вторым членом гомологического ряда ацетиленовых углеводородов, и рассчитайте, сколько литров воздуха потребуется для сгорания 5,6 л этого углеводорода.
7. Приведите формулу простейшего алкина с разветвленным углеродным скелетом, приведите три реакции, описывающие свойства этого соединения.
8. Исходя из ацетилена и неорганических реактивов, получите метан.
9. Получите уравнения реакций: а) ацетилен из этилена; б) бутин-2 из бутена-2. Напишите уравнения реакций.
10. В трех запаянных ампулах находятся три разных газа: метан, углекислый газ, ацетилен. Опишите, как, основываясь на различии в химических и физических свойствах, можно надежно определить, где какой газ находится. Приведите необходимые уравнения реакций.
11. Сколько алкинов могут быть изомерны изопрену? Напишите структурные формулы этих алкинов и назовите их.
12. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
 $1\text{-хлорбутан} \rightarrow \text{бутен-1} \rightarrow 1,2\text{-дибромбутан} \rightarrow \text{бутин-1}.$
Укажите условия протекания реакций.

- При гидрировании ацетилена объемом 672 мл (н.у.) получили смесь этана и этилена, которая обесцвечивает раствор брома в тетрахлориде углерода массой 40 г, массовая доля брома в котором составляет 4%. Определите массовые доли углеводородов в полученной смеси.
- При пропускании ацетилена в спиртовой раствор йода получено соединение, содержащее 90,7% йода и 0,7% водорода по массе. Найдите формулу этого вещества.
- Указатель уровня в цистернах с жидким кислородом обычно заполняется тетрабромэтаном, который получают из ацетилена. Напишите схему реакции образования этого соединения.
- Ацетилен, хранящийся в баллоне в виде раствора в ацетоне, очищают, пропуская его через воду и затем через концентрированную серную кислоту. Каково здесь назначение воды и серной кислоты?
- Напишите формулы строения изомерных углеводородов состава C_4H_6 и C_5H_8 .
- Сколько воздуха по объему потребуется для сжигания 1 м^3 1-бутина?
- Сколько ацетилена по объему (н.у.) потребуется, чтобы получить 44,25 кг хлоропрена?
- Сколько ацетилена и водорода по объему (н.у.) можно получить из 1042 м^3 природного газа, который содержит 0,96 объемных долей, или 96% (по объему), метана?

Арены

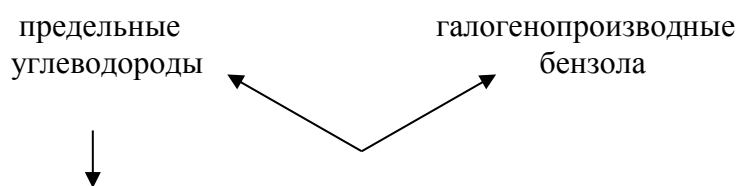
- Составьте структурные формулы изомеров, отвечающих формуле C_8H_{10} и содержащих ароматическое кольцо.
- Сколько изомерных гомологов бензола может отвечать формуле C_9H_{12} ? Напишите структурные формулы изомеров и назовите их.
- Напишите уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:

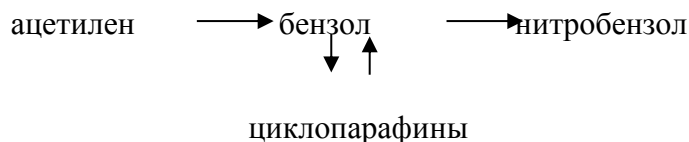


Укажите условия протекания реакций.

- Какой объем воздуха, измеренный при нормальных условиях, потребуется для полного сгорания 1,4-диметилбензола массой 5,3 г? Объемная доля кислорода в воздухе составляет 21%.
- При сжигании гомолога бензола массой 0,92 г в кислороде получили оксид углерода (IV), который пропустили через избыток раствора гидроксида кальция. При этом образовался осадок массой 7 г. Определите формулу углеводорода и назовите его.
- Ароматический углеводород, являющийся гомологом бензола, массой 5,3 г сожгли, получив оксид углерода (IV) объемом 8,96 л (н.у.). Определите формулу углеводорода. Сколько изомеров может иметь этот углеводород среди гомологов бензола? Напишите структурные формулы этих изомеров.
- Из ацетилена объемом 3,36 л (н.у.) получили бензол объемом 2,5 мл. Определите выход продукта, если плотность бензола равна 0,88 г/мл.

8. При бромировании бензола в присутствии бромида железа (III) получили бромоводород, который пропустили через избыток раствора нитрата серебра. При этом образовался осадок массой 7,52 г. Вычислите массу полученного продукта бромирования бензола и назовите этот продукт.
9. Бензол, полученный дегидрированием циклогексана объемом 151 мл и плотностью 0,779 г/мл, подвергли хлорированию при освещении. Образовалось хлорпроизводное массой 300 г. Определите выход продукта реакции.
10. Приведите уравнения реакции, необходимых для превращений:
 - а) гексан $\rightarrow$ бензол $\rightarrow$ циклогексан;
 - б) ацетилен $\rightarrow$ бензол $\rightarrow$ гексахлорциклогексан.
11. Приведите не менее трех химических реакций, в результате которых может быть получен толуол. Укажите необходимые условия протекания реакций.
12. В лаборатории из 25 л ацетилена было получено 16 г бензола. Сколько это составляет (в %) от той массы, которая должна была образоваться согласно уравнению реакции?
13. Составьте формулы бромзамещенных толуола, в которых массовая доля брома составляет 46,72%.
14. Сколько может существовать изомерных триметилбензолов и тетраметилбензолов? Составьте их формулы строения и укажите, какие из этих соединений можно назвать симметричными.
15. Чем отличается по типу реакция брома с бензолом от реакции его с этиленом? Ответ подтвердите, приведя уравнения реакций.
16. Действием брома на 78 г бензола было получено столько же граммов бромбензола. Сколько это составляет (в %) от той массы, которая должна образоваться, если весь взятый бензол вступил бы в реакцию?
17. К смеси изомерных бутенов-2 и бензола добавили бромной воды до появления слабой окраски и после отмывки избытка брома раствором щелочи смесь высушили и перегнали. Какое вещество было получено в приемнике?
18. При сжигании 1,3 г вещества образуется 4,4 г углекислого газа и 0,9 г воды. Плотность паров этого соединения по водороду равна 39. Выведите молекулярную формулу этого вещества.
19. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:
 - а) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
 - б) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
 - в) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14}$
20. Согласно схеме генетической связи ароматических углеводородов с другими классами органических соединений, приведите соответствующие уравнения реакций:





Природный и попутный газы. Применение газа.

1. Природный газ одного из месторождений содержит метан (объемная доля 92%), этан (3%), пропан (1,6%), бутан (0,4%), азот (2%), оксид углерода (IV), пары воды и другие негорючие газы (1%). Какой объем воздуха потребуется для сжигания газа объемом 5 м³ (н.у.)? Объемная доля кислорода в воздухе составляет 21%. Объем воздуха рассчитайте при нормальных условиях.
2. Природный газ объемом 240 л (н.у.) использовали для получения ацетилена. Объемная доля метана в газе составляет 85%. Определите объем образовавшегося ацетилена, приведенный к нормальным условиям, если его выход составил 60%.
3. Из природного газа объемом 40 л (н.у.) получили хлорметан массой 30,3 г. Определите объемную долю метана в природном газе, если выход хлорметана равен 40% от теоретически возможного.
4. Какой объем природного газа, который содержит метан (объемная доля 96%), азот, благородные газы, оксиды углерода и незначительные количества других примесей, потребуется для получения водорода, при помощи которого можно восстановить оксид молибдена (VI) массой 14,4 кг?
5. Водород получают конверсией природного газа с водяным паром. Выход водорода составляет 80%. Объем рассчитайте при нормальных условиях.
6. Какой объем хлороформа плотностью 1,5 г/мл можно получить из природного газа объемом 60 л (нормальные условия), объемная доля метана в котором составляет 90%. Выход хлороформа равен 70% от теоретически возможного.
7. Добыто 620 млрд. м³ природного газа. Вычислите массу этого количества газа, считая, что он в основном состоит из метана.
8. Что называется попутным газом и что называется природным газом? В чем принципиальное отличие природного газа от попутного?
9. На сжигание природного газа объемом 200 л, содержащего метан, этан и негорючие примеси, затратили кислород объемом 395 л. Объемы газов измерены при нормальных условиях. Определите объемные доли метана и этана в газе, если объемная доля негорючих примесей составляет 5%.
10. В залежах каких типов может находиться газ в природе? Охарактеризуйте каждый тип.
11. Составьте уравнения реакций, с помощью которых из попутного нефтяного газа можно получить непредельные углеводороды.
12. Составьте уравнения реакций получения из природного газа водорода, сажи, этилена, ацетилена.
13. Напишите эмпирические и структурные формулы углеводородов, которые входят в состав природного газа и попутного нефтяного.
14. С помощью химических реакций приведите примеры применения попутного газа.
15. Какие преимущества по сравнению с другими видами топлива имеет природный газ? Для каких целей используется природный газ в химической промышленности?
16. Какой объем хлороформа ($\rho = 1,5$ г/мл) можно получить из 160 л природного газа (н.у.), содержащего 92% метана? Выход хлороформа составляет 76% от теоретического.

17. Определить стандартное изменение энтальпии ΔH^0 реакции горения метана, зная, что энтальпии образования $\text{CO}_{2(\text{г})}$, $\text{H}_{2(\text{г})}$ и $\text{CH}_{4(\text{г})}$ равны соответственно $-393,5$; $-241,8$ и $-74,9$ кДж/моль.
18. Найти массу метана, при полном сгорании которой (с образованием жидкой воды) выделяется теплота, достаточная для нагревания 100 г воды от 20°C до 30°C . Молярную теплоемкость воды принять равной $75,3$ Дж/моль $\cdot$ K^0 .
19. Сколько молекул диоксида углерода находится в 1 л природного газа, если объемное содержание CO_2 составляет 0,03% (н.у.)?
20. Определите молекулярный вес попутного газа, зная, что он состоит из 0,5 моля метана, 0,25 моля этана и 0,25 моля углекислого газа.
21. Определите плотность попутного газа и плотность газа по отношению к воздуху, учитывая, что средний молекулярный вес воздуха приблизительно равен 29 кг, а молекулярный вес газа 26,5 кг.

Использованные источники литературы

- 1.Капустин В.М. Химия и технология переработки нефти: учебник/ В.М. Капустин, М.Г.Рудин - Москва: Химия, 2014. - 496 с.
- 2.Кирсанов Ю.Г. Анализ нефти и нефтепродуктов: учебно-методическое пособие/Ю.Г.Кирсанов, М.Г.Шишов, А.П.Коняева.-Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2016. - 88с.
- 3.Трефилова Т.В. Химия нефти и газа : учеб. пособие / ФГБОУ ВО "Удмуртский государственный университет",- Ижевск : Удмуртский университет, 2016. – 138 с.
- 4.Туманян Б.П. Практические работы по технологии нефти: малый лабораторный практикум/Б.П. Туманян.-Москва: Техника, 2006.-159 с.

Учебное издание

Трефилова Татьяна Валериевна

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных и практических работ по
дисциплине

«Химия нефти и газа»

для студентов направления подготовки «Нефтегазовое дело» и программам специалитета «Нефтегазовая техника и технологии» и «Прикладная геология» очной, очно-заочной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое пособие