



**РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ
СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДЛЯ КАФЕДРЫ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН
ПО НАПРАВЛЕНИЮ
«ХИМИЯ»**



ОГЛАВЛЕНИЕ

Общая и неорганическая химия

1.	Окислительно-восстановительные реакции между металлами и оксидами металлов	3
2.	Равновесие диссоциации	8
3.	Эбуллиоскопия	18
4.	Криоскопия	24
5.	Закон Авогадро	30

Органическая химия

6.	Галогеналканы: реакция Вюрца	39
7.	Реакция аммиака с бензальдегидом	45
8.	Сокслет. Экстракция жиров	51

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1. Окислительно-восстановительные реакции между металлами и оксидами металлов

Р3110600

Понятия, относящиеся к теме

Окислительно-восстановительная реакция, термитный процесс, металлы, сварка железа, алюминотермия, железо, алюминий.

Принцип работы

Эксперименты, описанные здесь, отлично подходят для демонстрации сродства различных металлов с кислородом. Чем менее благородным является металл, тем выше его сродство с кислородом и тем больше тепловой энергии выделяется при его окислении. Техническая значимость термитного процесса для сварки частей железа заключается в том, что он позволяет достаточно легко производить большое количество жидкого железа, которое используется для заполнения кромок при сварке. Вот почему эта реакция применяется в основном для сварки толстых стальных балок, рельсов и деталей машин.

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Штатив, h = 750 мм	37694-00
1	Перекрестный зажим	37697-00
1	Универсальный зажим	37715-00
2	Кольцо с перекрестным зажимом, di = 100 мм	37704-01
1	Пробирки, 16/160 мм, DURAN, 1	36301-03
1	Пробирки, 16/160 мм, 3	37656-10
1	Штатив для пробирок	37686-00
1	Ступка с пестиком, 150 мл	32604-00
1	Магнит, d = 10 мм, l = 200 мм	06311-00
1	Железный бассейн, полусферический, с верхним диаметром = 160 мм	33209-00
1	Цветочный горшок, глиняный	64123-00
1	Зажигательные палочки для термитных смесей, 1	31921-05
1	Молоток	40320-00

Количество	Наименование	Код
1	Лабораторные весы с выводом данных, 620 г	45023-93
1	Горелка Теклю, на основе природного газа	32171-05
1	Газобезопасная трубка	39281-10
2	Шланговые зажимы, d = 12...20 мм	40995-00
1	Зажигалка для природного и сжиженного газа	38874-00
1	Держатель для пробирок	38823-00
1	Тигельные щипцы, из нержавеющей стали	33600-00
1	Ложка с лопаточкой из нержавеющей стали	33398-00
1	Оксид меди (II), порошкообразный, 100 г	30125-10
1	Оксид железа (III), 400 г	30071-40
1	Порошок железа, 1000 г	30068-70
1	Алюминий, гранулированный, 200 г	30014-20
1	Соляная кислота, 37%, 1000 мл	30214-70
1	Обычный песок, мелкий, 2500 г	31825-79
1	Вода, дистиллированная, 5 л	31246-81
	Алюминиевая фольга	



Рис. 1: Экспериментальная установка

Задачи

- Снижение оксида меди железом.
- Снижение оксида железа алюминием (термитный процесс, алюминотермия).

Информация по технике безопасности

Концентрированные кислоты являются очень едкими. Они обжигают кожу и разрушают текстильные ткани. Для разбавления сначала налейте воду, а затем добавьте в нее кислоту.

Первая помощь: Тщательно промойте пораженные участки кожи и глаза большим количеством воды.

Утилизация: Растворы необходимо разбавить водой, нейтрализовать (рН 6-8) и смыть.

Во время проведения второго эксперимента (термитного процесса) имеется риск возникновения большого количества искр. Именно поэтому эксперимент необходимо проводить с закрытым выхлопом или на открытом воздухе, а также на достаточно безопасном расстоянии. Крайне необходимо принять соответствующие меры противопожарной безопасности и обеспечить защиту наблюдающих за экспериментом людей от горячих искр.



Рис. 2

1. Снижение оксида меди железом

Ход работы

Как показано на Рис 1, нагрейте смесь 3 г оксида меди (II) и 1,5 г чистого порошка железа в огнеупорной пробирке (из стекла DURAN, простого дизайна).

Экспериментальное наблюдение

Смесь светится, а также может наблюдаться сильная реакция. Продуктом реакции является вещество черно-коричневого цвета.

Продолжение

Дайте продукту реакции охладиться в пробирке, вылейте его в ступку и разотрите его пестиком. Поместите небольшое количество черно-коричневого вещества в пробирку, добавьте немного разбавленной соляной кислоты и слегка нагрейте. Для сравнения, рассмотрите также исходное вещество, смешав его с разбавленной соляной кислотой.

Экспериментальное наблюдение

Продукт реакции едва ли демонстрирует магнитное поведение. В отличие от случая с исходным веществом, к которому был добавлен раствор разбавленной соляной кислоты, в качестве продукта реакции в пробирке остается вещество с типичным оттенком меди. Это вещество и является медью.

Разъяснение

Железо способно снизить оксид меди до меди. В ходе этого процесса железо, выступающее в качестве восстановителя, преобразуется в оксид железа. В отличие от меди, оксид железа растворяется в разбавленной соляной кислоте.



Результаты

Неблагородные металлы способны выводить кислород из оксидов благородных металлов, т.е. для того, чтобы снизить их, поскольку они имеют более высокое "средство" с кислородом. Отдавая свою энергию, они сами преобразовываются в оксид. Это означает, что реакция является окислительно-восстановительной.

2. Снижение оксида железа алюминием (термитный процесс, алюминотермия)

Ход работы

Эксперимент необходимо проводить за закрытым экраном, с закрытым выхлопом или на открытом воздухе (см. инструкцию по технике безопасности). Реакция с участием огня является особенно впечатляющей в темном помещении. Тщательно перемешайте в ступке 10 г гранулированного алюминия и 20 г оксида красного железа (III). Вылейте эту смесь в цветочный горшок из обожженной глины. Убедитесь, что отверстие на дне горшка закрыто алюминиевой фольгой. При вливании смесь в горшок убедитесь, что она образует небольшой конус (Рис. 2а). Затем, поместите цветочный горшок на железный бассейн, заполненный мелким песком (см. Рис. 2б). Зафиксируйте цветочный горшок на месте на штативе с помощью железного кольца с перекрестным зажимом. Подожгите зажигательную палочку и сразу же опустите горящий кончик в смесь.

Внимание: Бурная реакция!

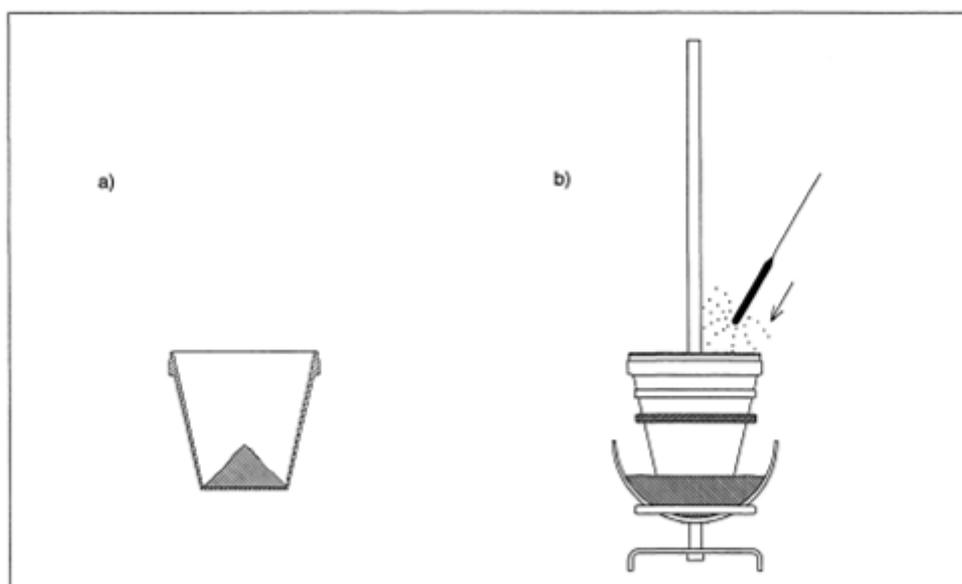


Рис. 3

Экспериментальное наблюдение

Оксид железа реагирует с гранулированным алюминием; реакция протекает с сильным свечением. Из-за образования искр вырабатывается много тепла. В ходе эксперимента цветочный горшок, как правило, раскалывается.

Продолжение

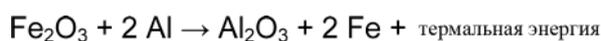
Дайте продукту реакции охладиться или сильно охладите его, поместив цветочный горшок под проточную воду. Отделите его от глиняных осколков, насколько это возможно (при необходимости, воспользуйтесь небольшим молотком), и попытайтесь воздействовать на него с помощью магнита.

Экспериментальное наблюдение

В отличие от исходных продуктов, продукт реакции хорошо притягивается магнитом.

Разъяснение

Алюминий способен снизить оксид железа до железа. Сам алюминий в ходе этого эксперимента окисляется.



В ходе этого эксперимента выделяется столько тепловой энергии (852 кДж/моль), что продукт реакции расплавляется и стекается, образуя сферические формы. При этом, железо и оксид алюминия смешиваются друг с другом, но доказательство относительно присутствия железа можно получить исходя из его магнитных свойств. Процесс, который происходит во время этой реакции, используется в так называемом процессе термитной сварки. Он используется преимущественно для сварки толстых железных деталей и рельсов. С другой стороны, эти "алюминотермические процессы" используются для изготовления металлов, которые очень сложно изготовить на основе их оксидов, например, хром, марганец, титан, кремний и др.

Примечание

Эксперименты, описанные здесь, отлично подходят для демонстрации сродства различных металлов с кислородом. Чем менее благородным является металл, тем выше его сродство с кислородом и тем больше тепловой энергии выделяется при его окислении. Техническая значимость термитного процесса для сварки частей железа заключается в том, что он позволяет достаточно легко производить большое количество жидкого железа, которое используется для заполнения кромок при сварке. Вот почему эта реакция применяется в основном для сварки толстых стальных балок, рельсов и деталей машин.

Алюминотермический эксперимент можно выполнить с помощью "Набора для демонстрации термитного процесса" (код № 36685-00). Набор включает в себя все необходимое оборудование и химикаты, а также описание эксперимента вместе с инструкциями.

2. Равновесие диссоциации

P3030960

Понятия, относящиеся к теме

Истинные и потенциальные электролиты, сильные и слабые кислоты, закон действующих масс, уравнение Гендерсона-Гассельбаха, константа диссоциации и величина pK_a (константа диссоциации кислоты), эффект заместителя, потенциометрия.

Принцип работы

Карбоновые кислоты являются потенциальными электролитами, которые при низкой степени диссоциации содержатся в водных растворах. Положение равновесия диссоциации количественно описывается величиной K_a или pK_a , которую можно определить при помощи потенциометрических измерений.

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Беспроводной управляющий прибор Cobra4	12600-00
2	Прибор Cobra4 с беспроводной связью	12601-00
1	Прибор Cobra4 с химическим сенсорным датчиком	12630-00
1	Прибор Cobra4 с сенсорным датчиком для измерения времени	12651-00
1	Программное обеспечение для проведения измерений с помощью прибора Cobra4	14550-61
1	Штатив, h = 750 мм	37694-00
1	pH-электрод, заполненный гелем	46265-15
2	Держатель для штативного стержня прибора Cobra4	12680-00
3	Прямоугольный зажим	37697-00
1	Прибор Cobra4 с капельницей	12635-00
1	Погружной зонд NiCr-Ni, тефлоновый	13615-05
1	Резиновая пробка, d = 18/14 мм, с 1 отверстием	39254-01
1	Магнитная мешалка, мини	47334-93
1	Магнитный перемешивающий стержень, l = 15 мм	46299-01
2	Стеклянный стакан, 50 мл, высокий	36001-00
1	Стеклянный стакан, 150 мл, высокий	36003-00

Количество	Наименование	Код
1	Стекланный стакан, 250 мл, высокий	36004-00
1	Весы Startorius CPA 623S и программное обеспечение, 230 В, 620 г/0,001 г	49224-88
6	Мерная колба, 100 мл	36548-00
6	Измерительная пипетка 5 мл	36577-00
1	Пипеттор	36592-00
1	Подставка для пипеток	36589-00
1	Пипетки Пастера	36590-00
1	Резиновые шарики	39275-03
1	Микроложка	33393-00
1	Промывалка, 500 мл	33931-00
1	Буферный раствор, pH 4,62, 1000 мл	30280-70
1	Буферный раствор, pH 9,00, 1000 мл	30289-70
1	Муравьиная кислота 99...100%, 250 мл	31301-70
1	Монохлоруксусная кислота, 100 г	30060-10
1	Пропионовая кислота, 500 мл	31753-50
1	N-масляная кислота, 100 мл	30047-10
1	Молочная кислота, 100 мл	30264-10
1	Раствор едкого натра, 0,1 М, 1000 мл	48328-70
1	Вода, дистиллированная, 5 л	31246-81

Дополнительное оборудование:

Количество	Наименование	Код
1	Персональный компьютер с USB интерфейсом, с операционной системой Windows XP или более новой версией	

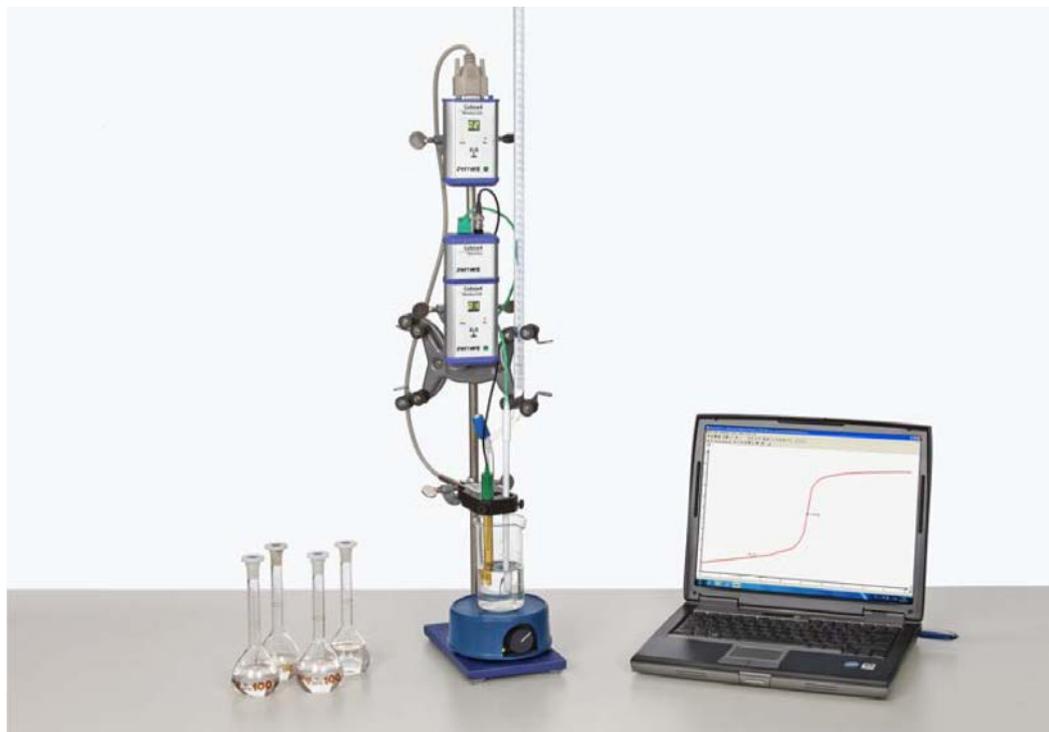


Рис. 1: Экспериментальная установка

Инструкции по технике безопасности



При работе с химическими веществами Вы должны надевать соответствующие защитные перчатки, защитные очки и соответствующую одежду. Пожалуйста, обратитесь к Приложению для получения подробных инструкций по технике безопасности.

Задачи

- Провести измерение уровня pH во время титрования 0,1-молярного водного раствора муравьиной кислоты, уксусной кислоты, монохлоруксусной кислоты, пропионовой кислоты, масляной кислоты и молочной кислоты с 0,1-молярным раствором гидроксида натрия при постоянной температуре при помощи системы Cobra4.
- Выявить значения pK_a кислот из кривых нейтрализации и сравнить их.

Установка и Ход работы

Приготовьте примерно 0,1-молярные растворы каждой карбоновой кислоты, которые необходимо исследовать, путем взвешивания массы кислот, указанных в Таблице 1, в 100 мл мерных колбах и наполните их дистиллированной водой до отметки.

Кислота	R	Масса в г
Муравьиная кислота	H	0.460
Уксусная кислота	CH ₃	0.601
Монохлоруксусная кислота	CH ₂ Cl	0.945
Пропионовая кислота	C ₂ H ₅	0.741
Пропионовая кислота	CH(OH)CH ₃	1.001
n-масляная кислота	C ₃ H ₇	0.881

Таб. 1: Массы карбоновых кислот R-COON, которые необходимы для получения 0,1-молярных растворов

Установите эксперимент как показано на Рис. 1.

Соедините прибор Cobra4 с химическим сенсорным датчиком с прибором Cobra4 с капельницей при помощи прибора Cobra4 с беспроводной связью.

Прикрепите их к штативу с держателями для прибора Cobra4 и прямоугольными зажимами.

Подключите рН-электрод к рН разъему прибора Cobra4 с химическим сенсорным датчиком, а температурный датчик подключите к температурному разъему T1.

Включите персональный компьютер и подключите беспроводной управляющий прибор Cobra4 к разъему компьютера.

После включения прибора Cobra4 с беспроводной связью сенсорные датчики распознаются автоматически. Некоторые ID номера (01 и 02) встроены в сенсорные датчики, которые расположены на экране прибора Cobra4 с беспроводной связью.

Запустите программу “Измерение”.

Щелкните на кнопку “Неизвестный объем титрования” и подтвердите свой выбор, нажав кнопку “ОК”.

Загрузите эксперимент “Равновесие диссоциации” (Эксперимент > Открыть эксперимент). Параметры измерения для данного эксперимента теперь загружены.

Для калибровки

Налейте немного буферного раствора с рН 4,62 и рН 9,00 в два стакана.

Опустите хорошо промытый зонд в один из растворов.

В навигаторе прибора Cobra4 во вкладке “Устройства” дважды щелкните на символ “рН”. Теперь Вы можете изменять некоторые параметры измерения.

Введите значение рН для данного раствора под пунктом меню “Калибровка” (Шаг 1, см. Рис.2).

Нажмите кнопку “Применить”.

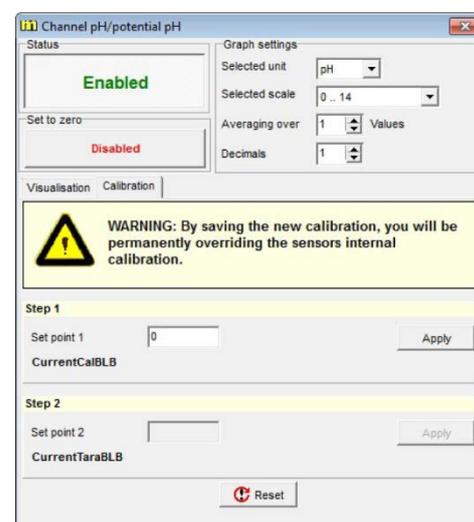


Рис. 2: Настройки режима калибровки сенсорного датчика.

Повторите эту процедуру с другим буферным раствором (Шаг 2).

Завершите калибровку нажатием кнопки “ОК”.

Ход работы

Налейте 60 мл дистиллированной воды в 150 мл стеклянный стакан и опустите в него магнитный перемешивающий стержень.

Также опустите туда 5 мл пипетку с раствором карбоновой кислоты, которая должна подвергаться титрованию в стакане.

Поместите стакан на магнитную мешалку.

Соедините рН-электрод и датчик температуры с прибором Cobra4 с капельницей.

Опустите одностержневой рН-электрод и датчик температуры в раствор и закрепите бюретку, заполненную 0,1 М раствором гидроксида натрия, к штативу. Убедитесь, что измерительная мембрана рН-электрода погружена в раствор.

Запустите измерение .

Начните медленно добавлять раствор гидроксида натрия из капельницы бюретки так, чтобы прибор Cobra4 с капельницей мог записывать данные после каждой новой капли.

Остановите измерение  после добавления, в общей сложности, 10 мл.

Отправьте все данные в раздел “Измерение” (см. Рис. 3). Сохраните измерение (Файл > Сохранить измерение как...).

Тщательно промывайте стакан и измерительные зонды дистиллированной водой после каждого титрования.

На Рис. 4 изображен график для муравьиной кислоты в программе. Для того, чтобы отобразилась точка эквивалентности и значение pK_a , нажмите на кнопку .

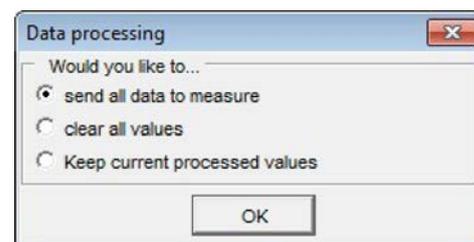


Рис. 3: Окно, которое появляется после того, как измерение было остановлено.

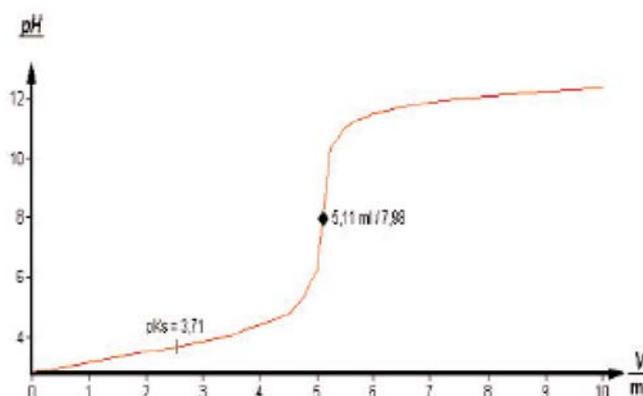


Рис. 4: Определение значения pK_a муравьиной кислоты при помощи кривой нейтрализации

Теория и оценка

Карбоновые кислоты R-COОН являются слабыми электролитами, которые только частично диссоциируют в водных растворах, т.е.



Положение равновесия диссоциации количественно характеризуется диссоциацией или постоянным значением K_a или pK_a кислоты, из которой оно рассчитывается.

$$K_a = \frac{a_{R-COO^-} \cdot a_{H^+}}{a_{R-COOH}} \approx \frac{c_{R-COO^-} \cdot c_{H^+}}{c_{R-COOH}} \quad (1)$$

(a_i = активность вещества i . В сильно разбавленных растворах с межмолекулярными или межионными взаимодействиями, которыми можно пренебречь, активность вещества равна концентрации c_i).

$$pK_a = -\log K_a \quad (2)$$

Когда учитываются формулирование (2) и аналогичное определение значения pH , а также логарифм, то уравнение Гендерсона-Гассельбаха (3) выводится из формулы (1). Это новое уравнение описывает корреляцию между значением pH и составом (C_{R-COOH}/C_{R-COO^-}) буферных систем или пропорцию обеих форм от общей концентрации ($C_0 = C_{R-COOH} + C_{R-COO^-}$) слабой кислоты для данной силы кислоты (pK_a).

$$pK_a = pH + \log \frac{C_{R-COOH}}{C_{R-COO^-}} \quad (3)$$

Во время последовательной нейтрализации слабой кислоты C_{R-COO^-} практически соответствует концентрации полученной соли. В отличие от этого, равновесная концентрация C_{R-COOH} идентична концентрации оставшейся кислоты C_0 .

Если в реакции участвовала половина кислоты (полунейтрализация), то отсюда следует, что $C_{R-COOH} = C_{R-COO^-}$, а формула (3) принимает вид (3.1).

$$pK_a = pH \quad (3.1)$$

Значение pK_a слабой кислоты, таким образом, равно значению pH при полунейтрализации. Это можно потенциометрически определить при помощи измерения напряжения батареи U между гидроксо-ионно-чувствительным электродом (стеклянным электродом) и стандартным электродом (хлорсеребряным электродом), которые доступны в сочетании с одностержневыми стеклянными электродами (измерительными цепями). После калибровки с буферными растворами с известным уровнем pH линейная зависимость между pH и U в измерительной последовательности стеклянного электрода:

$$U = \text{const.} \cdot pH + \text{const.}' \quad (4)$$

сохраняется в приборе Sobra4 с химическим сенсорным датчиком, поэтому значения pH , которые соответствуют измеренным напряжениям батареи, сразу же отображаются.

По окончании титрования значение pK_a можно непосредственно определить при помощи кривой нейтрализации при полунейтрализации при помощи уравнения (3.1).

При постоянной температуре и том же растворителе K_a и pK_a являются функциями природы остатка (заместителями) R . Следовательно, по сравнению с $R = CH_3$, электроноакцепторные заместители (акцепторы), такие как $R = CH_2Cl$, приводят к облегченной диссоциации протона через уменьшение плотности электронов в карбоксильной группе (-I-эффект) и, таким образом, к увеличению значения постоянной кислоты K_a или уменьшению значения pK_a . В отличие от этого, электроноотталкивающие

вещества (доноры), такие как $R = C_2H_7$, приводят к снижению силы кислоты через α + I-эффект.

Воздействие полярного заместителя можно количественно определить при помощи эмпирически определенных постоянных σ^* , которые статистически значимым образом коррелируют с определенным значением pK_a (Рис. 5). Постоянные σ^* , которые вызывают интерес в данном контексте, представлены в Таблице 2 вместе со значениями pK_a исследованных карбоновых кислот (взятых из литературы по химии) для $T = 298$ К.

R	pK_a	σ^*
H	3.75	0.490
CH_3	4.76	0.000
CH_2Cl	2.85	1.050
C_2H_5	4.86	-0.100
$CH(OH)CH_3$	3.86	0.450
C_3H_7	4.83	-0.115

Таблица 2: Литературные значения для pK_a ($T = 298$ К) выбранных карбоновых кислот $R-COOH$ и их константы полярных заместителей

Данные и Результаты

На Рис. 4 показана кривая нейтрализации для титрования приблизительно 0,1-молярной муравьиной кислоты с 0,1-молярным $NaOH$. Значение, полученное для pK_a , составляет 3,64, что согласуется с литературным значением, представленным в Таблице 2 для $T = 298$ К. Аналогично определяемые значения pK_a других карбоновых кислот показаны в функции своих постоянных полярных заместителей на Рис. 5. График этой функции представляет собой практически прямую линию.

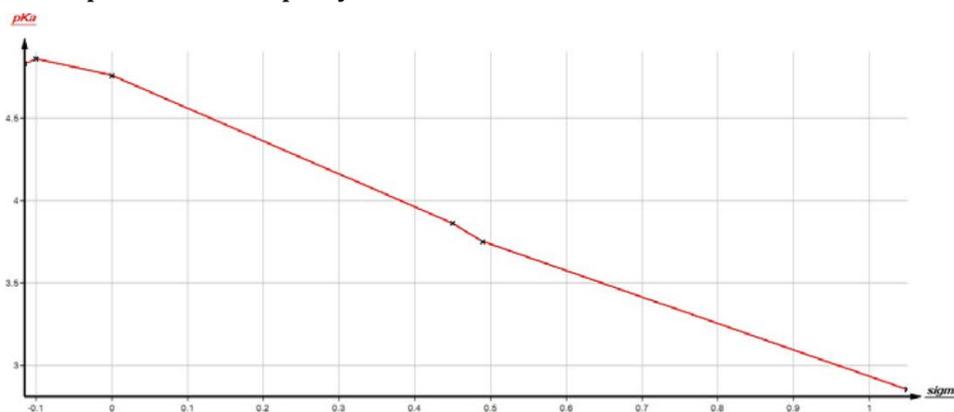


Рис. 5: Значения pK_a карбоновых кислот в функции своих постоянных полярных заместителей

Утилизация

Растворы, которые содержат монохлоруксусную или пропионовую кислоту, нужно сливать в контейнер. Разведенные и нейтрализованные растворы других используемых кислот и оснований можно вылить в канализацию.

Приложение

Предупреждающий знак, сигнальное слово	Краткая характеристика опасности	Меры предосторожности
<p>Муравьиная кислота</p>  <p>Опасно</p>	<p>226: Легковоспламеняющаяся жидкость и пар.</p> <p>314: Вызывает серьезные кожные ожоги и глазные травмы.</p>	<p>260: Не вдыхать пыль/дым/газ/испарения/пары/распыления.</p> <p>280: Надевать защитные перчатки/защитную одежду/средства защиты глаз/средства защиты лица.</p> <p>301 + 330 + 331: ПРИ ПРОГЛАТЫВАНИИ: Прополоскать рот. НЕ вызывать рвоту.</p> <p>305 + 351 + 338: ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА: Осторожно промывать водой в течение нескольких минут. Снять контактные линзы, если таковые имеются. Продолжить промывать.</p> <p>309: ПРИ воздействии или недомогании:</p> <p>310: Немедленно обратиться в ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР или вызвать доктора/врача.</p>
<p>Уксусная кислота</p>  <p>Опасно</p>	<p>226: Легковоспламеняющаяся жидкость и пар.</p> <p>314: Вызывает серьезные кожные ожоги и глазные травмы.</p>	<p>280: Надеть защитные перчатки/защитную одежду/средства защиты глаз/средства защиты лица.</p> <p>305 + 351 + 338: ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА: Осторожно промывать водой в течение нескольких минут. Снять контактные линзы, если таковые имеются. Продолжить промывать.</p> <p>310: Немедленно обратиться в ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР или вызвать доктора/врача.</p>
<p>Монохлоруксусная кислота</p>	<p>331: Токсична при вдыхании.</p>	<p>273: Избегать попадания в окружающую среду.</p> <p>280: Надевать защитные перчатки/защитную одежду/средства защиты глаз/средства защиты лица.</p>

<p>Опасно</p>	<p>311: Токсична при контакте с кожей. 301: Токсична при проглатывании. 314: Вызывает серьезные кожные ожоги и глазные травмы. 400: Очень токсична для водной среды.</p>	<p>303 + 361 + 353: ПРИ ПОПАДАНИИ НА КОЖУ (волосы): Немедленно снять всю загрязненную одежду. Промыть кожу водой/принять душ. 305 + 351 + 338: ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА: Осторожно промывать водой в течение нескольких минут. Снять контактные линзы, если таковые имеются. Продолжить промывать. 310: Немедленно обратиться в ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР или вызвать доктора/врача. 501: Утилизировать в контейнер.</p>
<p>Пропионовая кислота</p> <p>Опасно</p>	<p>314: Вызывает серьезные кожные ожоги и глазные травмы.</p>	<p>210: Держать вдали от тепла/искр/открытого огня/горячих поверхностей – Не курить. 241: Использовать взрывобезопасное электрическое/вентиляционное/световое/.../ оборудование. 303 + 361 + 353: ПРИ ПОПАДАНИИ НА КОЖУ (волосы): Немедленно снять всю загрязненную одежду. Промыть кожу водой/принять душ. 305 + 351 + 338: ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА: Осторожно промывать водой в течение нескольких минут. Снять контактные линзы, если таковые имеются. Продолжить промывать. 405: Хранить в недоступном месте.</p>
<p>N-масляная кислота</p> <p>Опасно</p>	<p>314: Вызывает серьезные кожные ожоги и глазные травмы.</p>	<p>280: Надевать защитные перчатки/защитную одежду/средства защиты глаз/средства защиты лица. 301 + 330 + 331: ПРИ ПРОГЛАТЫВАНИИ: Прополоскать рот. НЕ вызывать рвоту. 305 + 351 + 338: ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА: Осторожно промывать водой в течение нескольких минут. Снять контактные линзы, если таковые имеются. Продолжить промывать.</p>

		<p>309: ПРИ воздействии или недомогании:</p> <p>310: Немедленно обратиться в ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР или вызвать доктора/врача.</p>
<p>Молочная кислота</p>  <p>Опасно</p>	<p>318: Вызывает серьезные глазные травмы.</p> <p>315: Вызывает раздражение кожи.</p>	<p>280: Надевать защитные перчатки/защитную одежду/средства защиты глаз/средства защиты лица.</p> <p>305 + 351 + 338: ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА: Осторожно промывать водой в течение нескольких минут. Снять контактные линзы, если таковые имеются. Продолжить промывать.</p> <p>313: Обратиться за медицинской консультацией/помощью.</p>
<p>Едкий натр</p> 	<p>314: Вызывает серьезные кожные ожоги и глазные травмы.</p> <p>290: Может вызывать коррозию металлов.</p>	<p>280: Надевать защитные перчатки/защитную одежду/средства защиты глаз/средства защиты лица.</p> <p>301 + 330 + 331: ПРИ ПРОГЛАТЫВАНИИ: Прополоскать рот. НЕ вызывать рвоту.</p>

3. Эбуллиоскопия

P3021900

Понятия, относящиеся к теме

Молярная масса, повышение температуры кипения, эбуллиоскопия, эбуллиоскопическая постоянная

Принцип работы

Для того чтобы подготовить и продемонстрировать определение молекулярных масс посредством измерения повышения температуры кипения используют обучающую установку. Эбуллиоскопическая постоянная воды определяется из экспериментальных результатов.

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Штатив, h = 750 мм	37694-00
2	Перекрестный зажим	37697-00
2	Универсальный зажим	37715-00
1	Прибор для повышения температуры кипения	36820-00
1	Цифровой измеритель температуры, 4-4	13616-93
1	Температурный датчик, погружной, Pt100	11759-01
1	Предохранительные муфты для температурного датчика, 1	11762-05
1	Круглодонная колба, 250 мл, GL 25/12	35812-15
1	Стакан, 250 мл, большой	36004-00
1	Прокладка для GL 25/8, 1	41242-03
1	Силиконовая трубка, d _i = 7 мм	39296-00
1	Ступка с пестиком, 150 мл, фарфоровая	32604-00
1	Лабораторный зажим, ширина = 15 мм	43631-15
1	Микроложка, из нержавеющей стали	33393-00
1	Промывалка, 500 мл	33931-00
1	Пресс-гранулятор для калориметра	04403-04
1	Колбонагреватель, 250 мл	32255-93

Количество	Наименование	Код
1	Регулятор мощности	32247-93
1	Лабораторные весы с выводом данных, 620 г	45023-93
1	Чашки для весов, PS, 85 x 85 x 7 мм, 1	45019-01
1	Воронка с диаметром верхнего отверстия = 80 мм	34459-00
1	Пипетки Пастера, 1	36590-00
1	Резиновые колпачки, 1	39275-03
1	Кипятильные камни, 200 г	36937-20
1	Сушильный шкаф, WERTEX	34126-00
1	Фарфоровая тарелка для сушильного шкафа	32474-00
1	Стекло для часов, $d = 80$ мм	34572-00
1	Глицерин, 250 мл	30084-25
1	Карбамид, 250 г	30086-25
1	Гидрохинон, 250 г	30089-25
1	Дистиллированная вода, 5 л	31246-81
	Тиски	
	Требуемые растворители	



Рис.1

Информация по технике безопасности

Если помимо воды в эксперименте используются другие растворители, необходимо обеспечить их правильное использование и утилизацию.

Задачи

- Определить повышение температуры кипения водных растворов различных веществ.
- Рассчитать эбуллиоскопическую постоянную воды из экспериментальных результатов.

Ход работы

Принцип измерения

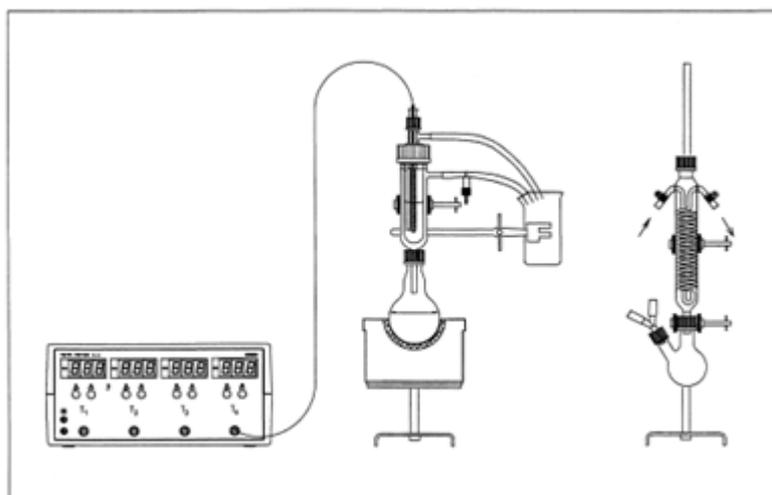


Рис. 2

Экспериментальный раствор (раствор или растворитель) находится во внутреннем сосуде. Доведите до кипения небольшое количество растворителя в круглодонной колбе. Пары растворителя проходят сначала через наружный сосуд, а затем – через внутренний. При этом, нагревается раствор, находящийся во внутреннем сосуде.

Установка

Прибор состоит из двух цилиндрических стеклянных сосудов, один из которых расположен внутри другого. На дне наружного сосуда прямо под резьбой GL 45 расположен разъем стеклянной трубки ($d = 8$ мм).

Помимо резьбового соединения GL 25 и бокового разъема стеклянной трубки ($d = 8$ мм), во внутреннем сосуде расположена узкая стеклянная трубка. Впускное отверстие этой стеклянной трубки берет свое начало в стенке сосуда. При компоновке двух сосудов входное отверстие должно находиться под прокладкой (см. Рис. 2). Прокладка и винтовой колпачок обеспечивают герметичное соединение двух сосудов. Убедитесь, что отверстие (а) не запечатано с помощью прокладки! Перед компоновкой и соединением двух сосудов необходимо определить точную массу сухого внутреннего сосуда путем его взвешивания. Запишите результата ($=m_1$). Подсоедините собранный прибор через нижнюю соединительную стеклянную трубку внешнего сосуда к 250 мл круглодонной колбе. Плотнo затяните резьбовое соединение. Перед тем, как выполнить это, замените прокладку винтового соединительного колпачка прокладкой с 8 мм отверстием. Налейте в колбу 150-200 мл растворителя, который будет использоваться, а также можно поместить в нее несколько кипяtilьных камней. Поместите колбу в колбонагреватель.

Подсоедините короткие участки силиконовой трубки к боковым разъемам стеклянной трубки. Если в качестве растворителя используется вода, просто опустите трубки в стакан, но убедитесь, что они не достают до дна. Они должны доставать примерно до середины стакана. Если используются органические растворители, подсоедините эти трубки через Y-образную соединительную трубку к колбе с двумя отверстиями (100 мл), которая оснащена дефлегматором (конденсатором Димрота). Зафиксируйте трубку, подсоединенную к внешнему сосуду, лабораторным зажимом, но, при этом, оставьте лабораторный зажим открытым на некоторое время.

Налейте около 40 мл растворителя во внутренний сосуд и закройте сосуд с помощью предохранительной муфты для температурного датчика. Для того чтобы выполнить это, необходимо заменить прокладку винтового разъема прокладкой с 12 мм отверстием, которая была предварительно убрана из круглодонной колбы. Нанесите 2-3 капли глицерина на предохранительную муфту для обеспечения лучшей теплопередачи и вставьте температурный датчик. Подключите температурный датчик к цифровому измерителю температуры.

Вещество, молярную массу которого необходимо определить, должно быть представлено в виде гранул. Для получения гранул можно воспользоваться простым пресс-гранулятором (Рис. 3). Это можно осуществить следующим образом:

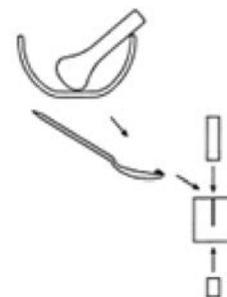


Рис. 3

Мелко разотрите вещество в ступке. Поместите небольшой стальной штамп в отверстие пресс-цилиндра. Он закроет нижнее отверстие. Затем заполните отверстие мелко растертым веществом. Вставьте в отверстие более длинный штамп, тем самым слегка сжав вещество. После этого зажмите пресс в тиски, как показано на Рис. 3, тем самым сжимая порошкообразное вещество до образования гранул. После процесса сжатия вытолкните гранулы из цилиндра посредством более длинного штампа. Для проведения измерения необходимо 1-2 шарика толщиной от 5 до 7 мм. Определите массу гранул путем взвешивания с точностью до 1 мг.

Измерение

Нагрейте растворитель в колбе до температуры его кипения. Образовавшиеся результаты пары поднимаются к наружному сосуду и нагревают внутренний сосуд. При этом, часть паров конденсируется; другая же часть попадает через трубку с лабораторным зажимом в стакан или в колбу с дефлегматором. Через несколько минут после начала кипения, опустите в кипящую жидкость колбонагреватель на несколько секунд, чтобы кипение сразу же прекратилось, а растворитель, сконденсированный в наружном сосуде, вернулся обратно в колбу. После того, как это произошло, снова выньте колбонагреватель, чтобы кипение продолжилось. Когда пары поднимутся снова, зажмите лабораторный зажим таким образом, чтобы пары прошли через внутреннюю стеклянную трубку во внутренний сосуд и попали в растворитель. После достижения температуры кипения, она становится постоянной. Переключите измеритель температуры в режим измерения температурных изменений с точностью до одной сотой градуса (кнопка $\Delta T/K$; пожалуйста, ознакомьтесь с

инструкцией по эксплуатации измерительного прибора). Откройте внутренний сосуд, поднимите предохранительную муфту для температурного датчика, как можно скорее добавьте в растворитель гранулированное вещество и снова закройте сосуд. Теперь, температура кипения раствора во внутреннем сосуде определена.

Измеритель температуры прямо указывает на разницу в отношении температуры кипения чистого растворителя (ΔT). Затем, откройте лабораторный зажим (Внимание! Это необходимо для того, чтобы жидкость во внутреннем сосуде не попала в колбу после выключения нагревательного прибора). Это можно сделать лишь при выключенном и опущенном колбонагревателе, благодаря которому кипение в колбе быстро прекращается. Для того чтобы определить массу растворителя, уберите термометр. Осторожно извлеките внутренний сосуд. Будьте внимательны! Он все еще очень горячий. Затем, взвесьте его вместе с раствором, находящимся внутри. Запишите определенную массу ($=m_2$).

Оценка

В ходе эксперимента были измерены следующие значения:

- Масса пустого сосуда	m_1
- Масса сосуда с раствором	m_2
- Масса растворенного вещества	m_s
- Масса растворителя	$m_S = m_2 - m_1 - m_s$
- Температура кипения растворителя	T_1
- Температура кипения раствора	T_2
- Повышение температуры кипения	$\Delta T = T_2 - T_1$

Поскольку повышение температуры кипения пропорционально молярной концентрации (= моль на 1000 г растворителя), применяется следующее уравнение:

$$M = (m_s - 1000 \cdot K) / (m_S - \Delta T)$$

M = молярная масса

K = эбуллиоскопическая постоянная (своя для каждого отдельного растворителя)

Ее можно найти в материалах.

Пример измерения (карбамид/вода):

$$m_s = 0,685 \text{ г}$$

$$\Delta T = 0,13 \text{ К}$$

$$m_S = 45,0 \text{ г}$$

$$K = 0,515 \text{ г/моль} \cdot \text{К}$$

(для воды, используемой в качестве растворителя)

Если эбуллиоскопические постоянные растворителей определяются на основе известных веществ, величина K определяется следующим образом:

$$K = \frac{M \cdot \Delta T \cdot m_L}{m_S \cdot 1000}$$

Примечание

Вода является отлично подходящим растворителем, а карбамид и гидрохинон – подходящими исходными веществами для подготовки и демонстрации определения молекулярных масс посредством измерения повышения температуры кипения. Безусловно, необходимо предусмотреть, чтобы при использовании твердые вещества были сухими. Просушивайте их, по крайней мере, в течение 24-х часов в сушильном шкафу. При использовании других веществ, необходимо определить наиболее подходящие для них растворители. Эбуллиоскопическую постоянную, которая является разной для каждого растворителя, можно найти в материалах.

Если вместо воды используются другие растворители, не допускайте попадания паров растворителя в стакан. Вместо этого, направьте их через V-образный разъем в колбу с дефлегматором (Рис. 1). Для этого необходимо следующее дополнительное оборудование:

Количество	Наименование	Код
1	Круглодонная колба, 100 мл, с двумя отверстиями, GL 25/12, GL 18/8	35842-15
1	Конденсатор Димрота, GL 25/12	35816-15
2	Хомуты, d = 8...12 мм, 2 шт.	40996-00
1	Соединительные трубки, V-образные, d = 8 мм	37014-00
1	Штатив, h = 750 мм	37694-00
2	Перекрестный зажим	37697-00
2	Универсальный зажим	37715-00

4. Криоскопия

Р3022000

Понятия, относящиеся к теме

Криоскопическая постоянная, понижение температуры замерзания, молекулярная масса

Принцип работы

Для того чтобы подготовить и продемонстрировать определение молекулярных масс посредством измерения понижения температуры замерзания, в качестве испытуемых веществ используют карбамид или гидрохинон. Криоскопическая постоянная воды определяется из понижения температуры замерзания.

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Перекрестный зажим	37697-00
1	Универсальный зажим	37715-00
1	Штатив, l = 500 мм, с резьбой M10	02022-05
1	Магнитна мешалка с нагревательной пластиной и разъемом для термометра	35711-93
1	Прибор для понижения температуры замерзания	36821-00
1	Цифровой измеритель температуры, 4-4	13616-93
1	Температурный датчик, погружной, Pt100	11759-01
1	Предохранительные муфты для температурного датчика, 1	11762-05
1	Прокладка для GL 25/12, 1	41243-03
1	Мешалки, 1	35680-02
1	Чашка, 150 x 150 x 65 мм	33928-00
1	Стакан, 1000 мл, маленький	36017-00
1	Пипетка, 50 мл	36581-00
1	Пипеттор	36592-00
1	Стеклянные стержни, l = 300 мм, 1	64869-03
1	Пресс-гранулятор для калориметра	04403-04
1	Ступка с пестиком, 150 мл, фарфоровая	32604-00

Количество	Наименование	Код
1	Микроложка, из нержавеющей стали	33393-00
1	Промывалка, 500 мл	33931-00
1	Лабораторные весы с выводом данных, 620 г	45023-93
1	Чашки для весов, PS, 85 x 85 x 7 мм, 1	45019-01
1	Пипетки Пастера, 1	36590-00
1	Резиновые колпачки, 1	39275-03
1	Сушильный шкаф, WERTECH	34126-00
1	Фарфоровая тарелка для сушильного шкафа	32474-00
1	Стекло для часов, $d = 80$ мм	34572-00
1	Денатурированный спирт (метиловый спирт), 1000 мл	31150-70
1	Карбамид, 250 г	30086-25
1	Гидрохинон, 250 г	30089-25
1	Хлорид натрия, 500 г	30155-50
1	Дистиллированная вода, 5 л	31246-81
	Лед	
	Тиски	

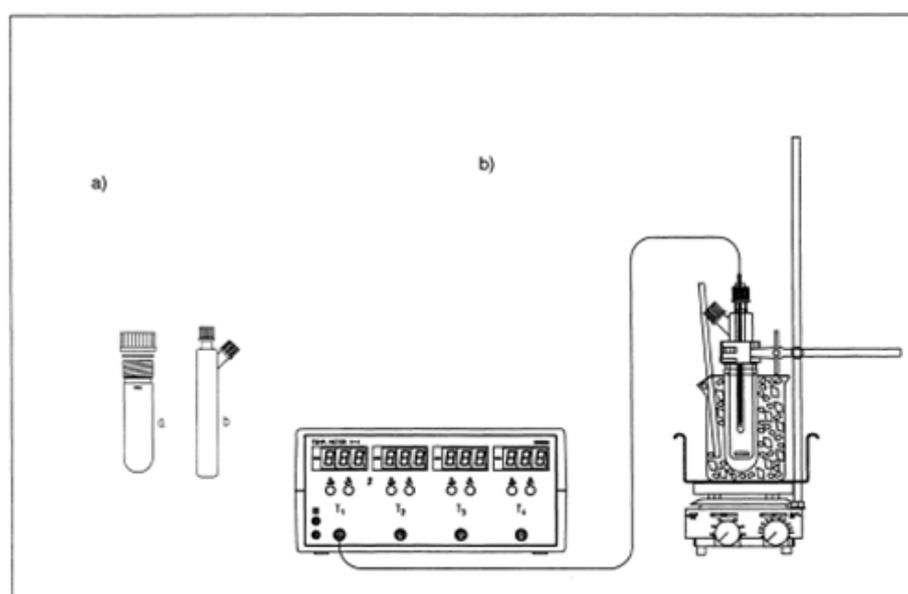


Рис. 1

Задачи

- Определить понижение температуры замерзания воды, в которой растворено разное количество гидрохинона и карбамида.
- Исходя из экспериментальных результатов, рассчитать криоскопическую константу.

Информация по технике безопасности

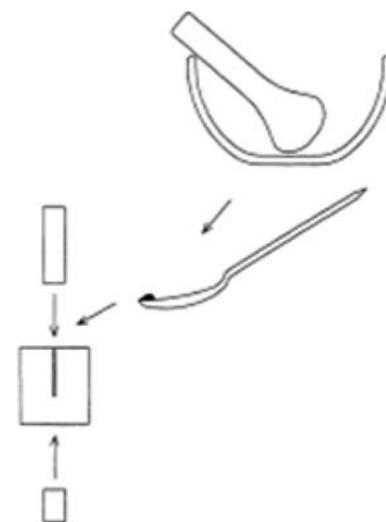
Денатурат является легковоспламеняющейся жидкостью, которую можно смешивать с водой. Соприкасаясь с воздухом, его пары могут образовывать взрывоопасные смеси.

Первая помощь: При проглатывании: Выпить большое количество воды. При вдыхании: Необходим свежий воздух.

При попадании в глаза: Тщательно промыть открытые глаза водой.

Утилизация: Собрать все остатки и растворы, не содержащие галогены, в специальную емкость с соответствующей маркировкой. При необходимости провести дистилляцию.

Рис. 2



Ход работы

Установка

Прибор состоит из двух цилиндрических стеклянных сосудов, один из которых расположен внутри другого; сосуды соединены посредством винтового соединения GL 45. Наружный сосуд, который напоминает пробирку (а на Рис. 1а) образует оболочку, которая окружает внутренний сосуд (замораживающий сосуд, b на Рис. 1а). Эта оболочка может быть наполнена воздухом. Тем не менее, лучше заполнить ее 35-40 мл этилового спирта (можно использовать метиловый спирт). Наружный сосуд вместе с промежуточной оболочкой (воздухом или этиловым спиртом) обеспечивает постоянную передачу тепла от внутреннего сосуда к замораживающей смеси.

Внутренний сосуд (b) содержит раствор или растворитель, температуру замерзания которого необходимо определить. В верхней части сосуда расположен защитный колпачок, предназначенный для вставки термометра Бекмана, а также разъем стеклянной трубки с винтовым соединением GL 18 для введения вещества, которое должно быть растворено. Нижняя часть внутреннего сосуда является плоской, поэтому небольшая мешалка ($l = 15$ мм) может свободно вращаться по дну.

Как показано на Рис. 1b, чашка или лоток (например, кристаллизатор, пластиковый лоток и т.п.) помещается на магнитную мешалку. Поместите 1000 мл стакан (небольшой) на чашку или лоток. В стакане содержится замораживающая смесь (см. таблицу возможных смесей). В обучающих целях смеси измельченного льда и поваренной соли, как правило, достаточно. Поместите собранный прибор в середину стакана или замораживающей смеси и зафиксируйте его штативом, как показано на Рис. 1b. Затем, поместите мешалку во внутренний сосуд и вставьте предохранительную муфту для температурного датчика в верхний винтовой разъем. Для того чтобы выполнить это, замените прокладку винтового разъема прокладкой с 12 мм отверстием. Нанесите 2-3 капли денатурата на

предохранительную муфту для обеспечения лучшей теплопередачи и вставьте температурный датчик. Подключите температурный датчик к цифровому измерителю температуры. Если точная плотность растворителя неизвестна, определите точную массу 50 мл растворителя путем взвешивания. Воспользуйтесь градуированной пипеткой для того, чтобы отмерить 50 мл.

Кроме того, для этого эксперимента необходимо гранулированное вещество с размером гранул от 5 до 7 мм. Их можно получить с помощью пресс-гранулятора. Для того чтобы получить их, необходимо мелко растереть в ступке немного хлорида натрия. Затем, необходимо закрыть отверстие в нижней части пресс-цилиндра небольшим стальным штампом, заполнить отверстие мелко растертым веществом и вставить в отверстие более длинный штамп. Зажмите пресс в тиски и сжимайте порошкообразное вещество до образования гранул, которые выталкиваются из цилиндра посредством более длинного штампа. Определите массу гранул с точностью до 1 мг.

Измерение

Поместите 50 мл предполагаемого растворителя (например, воды) во внутренний сосуд с помощью градуированной пипетки. Включите магнитную мешалку и отрегулируйте ее таким образом, чтобы мешалка быстро вращалась (Внимание! Не включайте нагревательный элемент мешалки, даже случайно!) Проверьте снижающуюся температуру растворителя с помощью измерителя температуры. Осторожно переместите замораживающую смесь в стакан с помощью мешалки, чтобы обеспечить равномерное охлаждение прибора.

После того, как температура замерзания растворителя была достигнута, и ее уровень остается неизменным, переключите измеритель температуры в режим измерения температурных изменений с точностью до одной сотой градуса (кнопка $\Delta T/K$; пожалуйста, ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации измерительного прибора). Затем, уберите внутренний сосуд и немного нагрейте его таким образом, чтобы замороженный растворитель начал сжижаться. Растворите точное количество взвешенного вещества (приблизительно от 0,5 до 1 г) в этом растворителе (50 мл). Предварительно рекомендуется спрессовать вещество в 1-2 гранулы (см. выше), чтобы взвесить его и растворить. Преимуществом гранулированного вещества является тот факт, что гранулы не прилипают к стенкам прибора, как в случае с порошкообразным веществом. Добавьте гранулированное вещество в растворитель через боковой разъем GL 18. Затем, поместите сосуд с раствором обратно в оболочку и включите мешалку. Следите за понижающейся температурой.

Наблюдение

Сначала температура падает. Однако, через некоторое время она стабилизируется, благодаря чему раствор затвердевает (замерзает). Измеритель температуры прямо указывает на разницу в отношении температуры замерзания чистого растворителя (ΔT).

Оценка

В ходе эксперимента были измерены следующие значения:

- Масса растворенного вещества ms
- Масса растворителя mS
- Температура замерзания растворителя T1
- Температура замерзания раствора T2
- Понижение температуры замерзания $\Delta T = T2 - T1$

Следующее уравнение для расчета молярных масс растворенного вещества на основе измерения понижения температуры замерзания растворителя актуально лишь для разбавленных растворов. При более высоких уровнях концентрации результаты отличаются от теоретически ожидаемых значений. Уравнение является следующим:

$$M = \frac{m_s}{m_L \cdot \Delta T} \cdot K$$

M = молярная масса; K = криоскопическая постоянная

Значение для величины K указано в материалах. В случае с водой, величина K имеет значение 1,853 К·кг/моль.

Пример измерения:

- ms (гидрохинон) = 0,59 г
- mS (вода) = 49,91 г
- ΔT (понижение температуры замерзания) = 0,20 К
- K (вода) = 1,853 К·кг/моль.

$$M = \frac{0,59 \text{ г}}{49,91 \text{ г} \cdot 0,20 \text{ г}} \cdot 1,853 \text{ К} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$= 109,52 \text{ г/моль}$$

Теоретическое значение для гидрохинона: M = 110,1 г/моль

Таблица: Замораживающие смеси

Весовые пропорции	понижение температуры	
	от (°C)	до
4 части воды + 1 часть хлорида калия	10	-12
1 часть воды + 1 часть нитрата аммония	10	-15
1 часть воды + 1 часть нитрата натрия + 1 часть хлорида аммония	8	-24
3 части измельченного льда + 1 часть хлорида натрия	0	-21
1, 2 части измельченного льда + 2 части хлорида кальция	0	-39
1, 4 части измельченного льда + 2 части хлорида кальция	0	-55
метиловый спирт или ацетон + твердый диоксид углерода	15	-77

Примечание

Для того чтобы подготовить и продемонстрировать определение молекулярных масс посредством измерения понижения температуры замерзания, в качестве испытуемых веществ используют карбамид или гидрохинон. Однако, вещества должны быть хорошо просушены (в сушильном шкафу). При использовании других веществ необходимо определить для них наиболее подходящий растворитель. Криоскопическую постоянную K , которая является разной для каждого растворителя, можно найти в материалах.

Вместо цифрового измерителя температуры можно воспользоваться термометром Бекмана для проведения температурных измерений. В этом случае, эксперимент должен быть проведен так, как описано в инструкции по эксплуатации “Прибора для измерения понижения температуры замерзания”.

5. Закон Авогадро

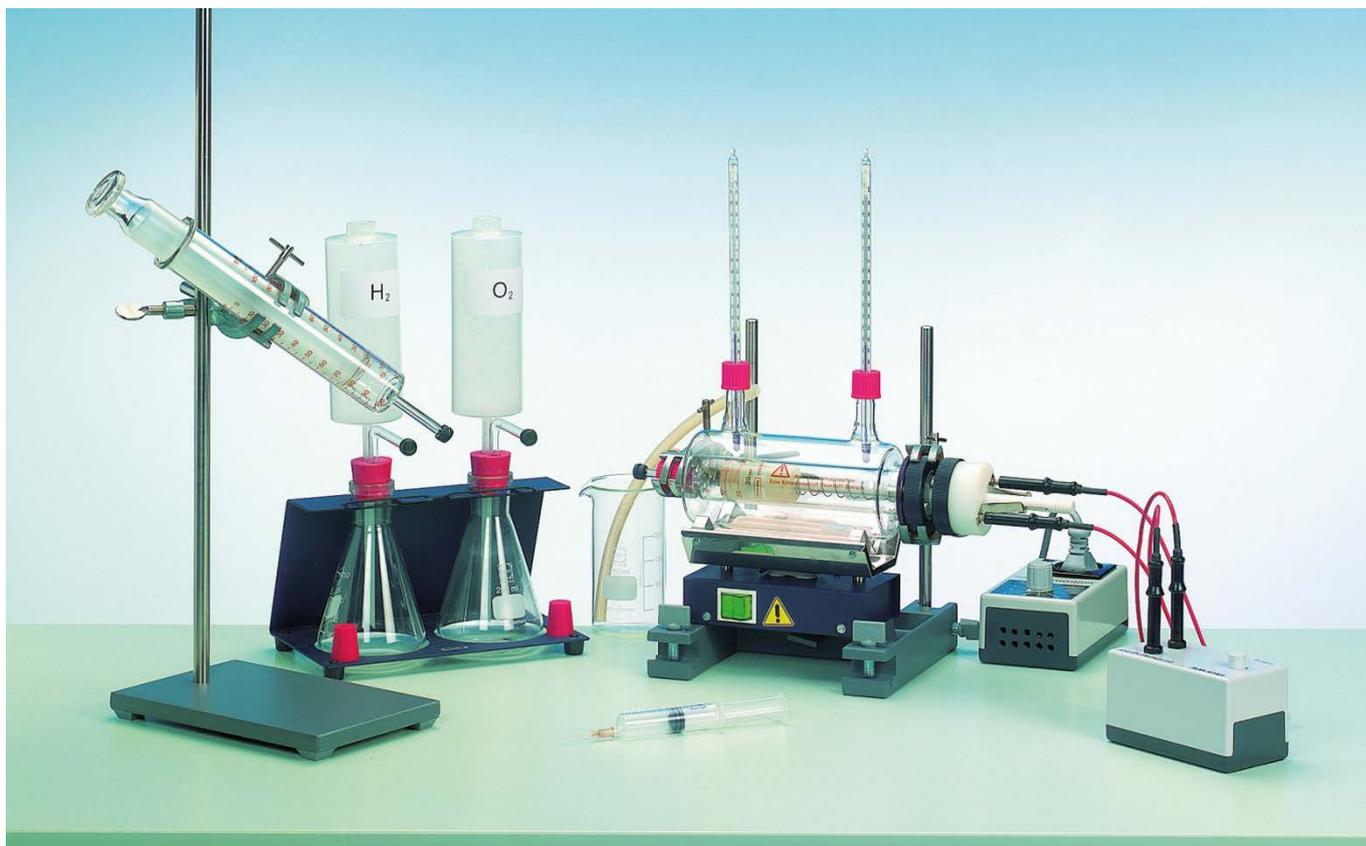
P3111000


Рис. 1: Экспериментальная установка

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Стекланный чехол	02615-00
1	Поршневой эвдиометр	02615-00
1	Генератор искры зажигания	11155-00
2	Соединительный кабель, 50 кВ, 1000 мм	07367-00
2	Газовый стержень	40466-00
1	Нагревательный аппарат	32246-93
1	Регулятор мощности	32247-93
1	Н-образная основа -PASS-	02009-55
2	Стержень, нержавеющая сталь, 18/8, 250 мм	02031-00
2	Поддерживающий стержень, нержавеющая сталь, 600 мм	02037-00

Количество	Наименование	Код
1	Штатив, $h = 500$ мм	37692-00
3	Прямоугольный зажим	37697-00
3	Универсальный зажим	37715-00
1	Колба, круглодонная, с 1 горлышком, 100 мл, GL 25/12	35841-15
1	Воронка, 50 мл, градуированная, GL 18	35854-15
1	Газовый шприц, 100 мл	02614-00
1	Шприц, 10 мл, Луер, 1	02590-03
1	Канюля, $0,45 \times 13$ мм, Луер, 1	02598-04
2	Лабораторный термометр, $-10...+150^{\circ}\text{C}$	38058-00
1	Стальной баллон кислорода, 2 л, заполненный	41778-00
1	Стальной баллон водорода, 2 л, заполненный	41775-00
1	Редукционный клапан для кислорода	33482-00
1	Редукционный клапан для водорода	33484-00
2	Настольный штатив для 2 л стальных баллонов	41774-00
1	Гаечный ключ для стальных баллонов	40322-00
1	Горелка Теклю, для природного газа	32170-05
1	Газобезопасная трубка, 1 м	39281-10
2	Хомут, $d = 12...20$ мм	40995-00
1	Зажигалка для природного/сжиженного газа	38874-00
2	Трубки из силиконового каучука, $d_i = 7$ мм	39296-00
1	Воронка, $d_o = 55$ мм	34457-00
1	Стеклянный стакан, большой, 250 мл	36004-00
1	Градуированный сосуд, 1 л, с ручкой	36640-00
1	Ложка, из специальной стали	33398-00
1	Шарики, 200 г	36927-20

Количество	Наименование	Код
1	Муравьиная кислота, 98-100%, 250 мл	30021-25
1	Серная кислота, 95...98%, 500 мл	30219-50
1	Соляная кислота, 37%, 1000 мл	30214-70
1	Перманганат калия, 250 г	30108-25
1	Хлорид натрия, 500 г	30155-50
1	Лабораторные весы, с выводом данных, 620 г	45023-93
1	Вода, дистиллированная, 5 л	31246-81
1	Лабораторные защитные очки с УФ-фильтром	39315-00
	Прозрачный пластиковый мешок (герметичный)	

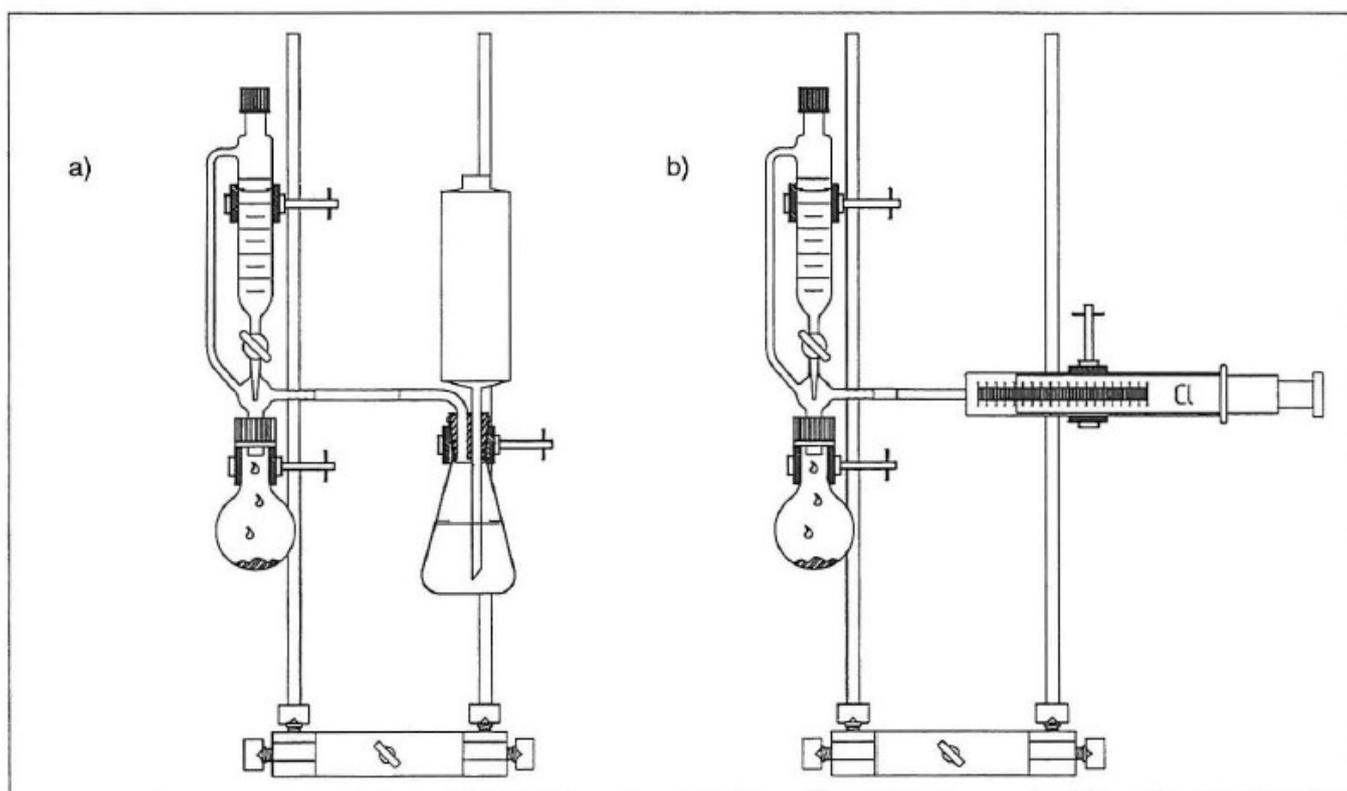


Рис. 2

Предупреждение по технике безопасности

При взаимодействии с воздухом кислород образует взрывоопасные смеси. Крайне важно внимательно следовать инструкции по эксплуатации поршневого эвдиометра при работе с ним. Эвдиометр должен быть идеально чистым, чтобы поршень скользил легко, без возможного прилипания (во избежание поломки!)

Необходимо носить защитную одежду (защитные очки и т.д.).

Газовую смесь для реакций водорода/кислорода в охлажденном эвдиометре необходимо подбирать таким образом, чтобы один из газов был в избытке. Остаточный газ должен действовать как буфер для движения поршня вперед и не допускать его попадания в переднюю часть эвдиометра с последующим разбиванием стекла. Предпочтительнее работать с избытком кислорода.

В качестве альтернативы, можно сначала ввести небольшое количество воздуха в эвдиометр таким образом, чтобы это способствовало торможению поршня. В этом случае можно использовать стехиометрическую газовую смесь.

Стехиометрические газовые смеси можно использовать при газовых реакциях, в результате которых образуются газовые продукты (например, для реакций монооксида углерода/кислорода), поскольку продукт реакции затем действует как буфер.

Когда эвдиометр используется отдельно, без стеклянного чехла, его необходимо поместить в достаточно плотный пластиковый мешок перед зажиганием и затянуть мешок вокруг него. Мешок не только обеспечивает защиту от поломки, но и придает резиновому колпачку дополнительную фиксацию против давления взрыва, поэтому он не слетает с трубки.

Объем газовой смеси, используемой для реакции, должен быть довольно небольшим. Хорошие результаты можно получить, используя заданные объемы для экспериментов.

Во время введения поршневого эвдиометра в стеклянный чехол убедитесь, что уплотнительные кольца расположены правильно. Убедитесь, что соединительные колпачки достаточно затянуты для того, чтобы предотвратить движение эвдиометра в стеклянном чехле во время взрыва.

Монооксид углерода представляет собой бесцветный, легко воспламеняющийся, ядовитый газ без запаха. Все эксперименты, которые проводятся с использованием этого газа, должны проходить в вытяжном шкафу.

Хлор представляет собой ядовитый, очень едкий газ, который вызывает ожоги, тяжелее воздуха, обладает хорошей растворимостью в воде и резким запахом. Он раздражает дыхательные пути, глаза и кожу. В присутствии влаги (слизистых оболочек) хлор образует «активный» кислород и соляную кислоту, которые оказывают сильное воздействие на ткани. Эксперименты, в которых используется хлор, должны проходить в вытяжном шкафу с очень хорошей тягой воздуха.

Концентрированные кислоты являются очень едкими. Они воздействуют на кожу и одежду. При разбавлении необходимо добавлять кислоту в воду (используя защитные очки, лабораторный халат, перчатки).

Первая помощь: Промыть пораженный участок кожи (глаза и т.д.) большим количеством воды. В случае повреждения глаз, немедленно обратитесь за медицинской помощью. При вдыхании: Необходим свежий воздух. Освободить дыхательные пути. При затруднении дыхания: Доставить ко врачу в полулежачем

положении. *Утилизация отходов:* Разбавить растворы водой, нейтрализовать (рН 6-8) и смыть. Растворы, содержащие ионы тяжелых металлов, необходимо собрать в контейнер для растворов солей тяжелых металлов.

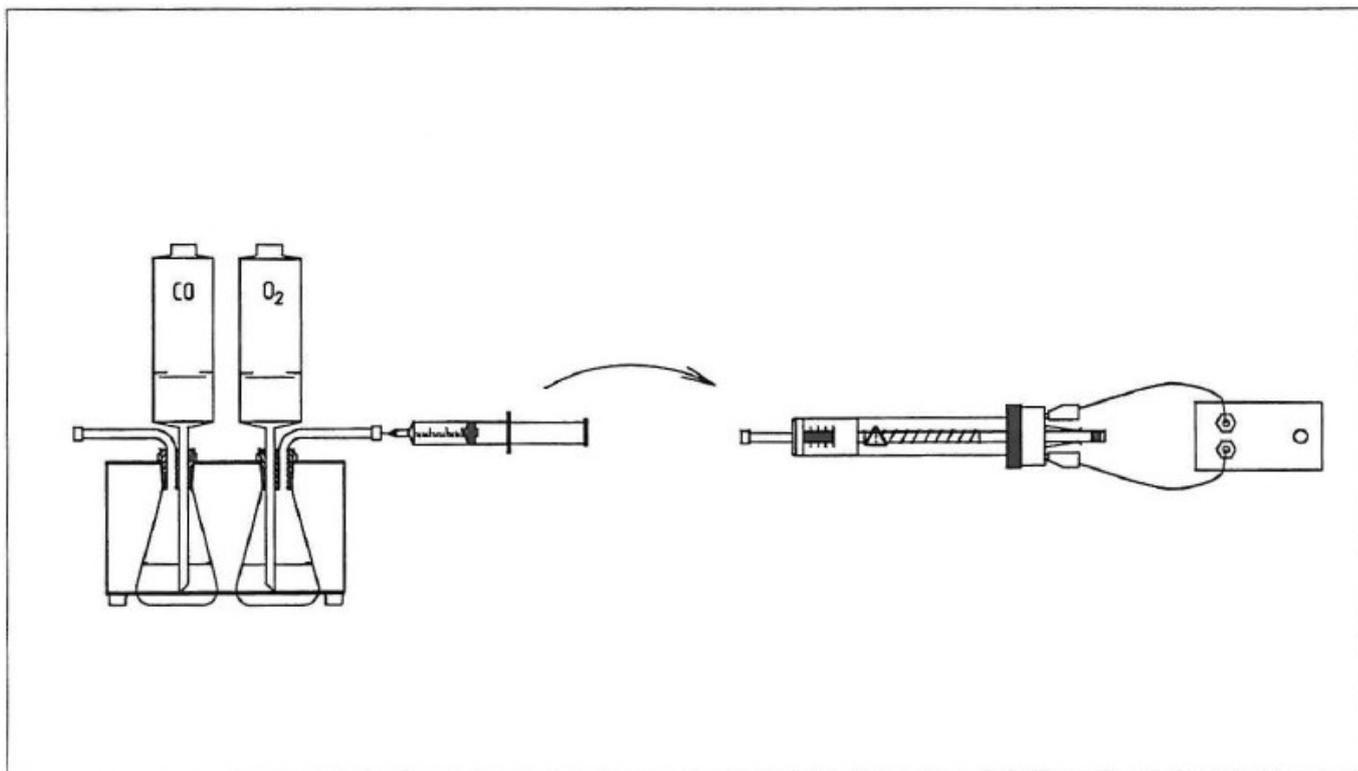


Рис. 3

Введение

В 1811 году Авогадро выдвинул гипотезу о том, что при одном и том же давлении и температуре одинаковые объемы всех газов содержат одинаковое число компонентов (молекул, атомов). Он вывел эту гипотезу, исходя из однородности поведения (идеальных) газов при увеличении температуры и давления (см. Законы газов) и Закон объемов.

Если гипотеза Авогадро верна, то 6 частей объема CO и 3 части объема O₂ должны образовывать 6 частей объема CO₂, когда давление и температура одинаковы до и после реакции.

Аналогично, при температуре чуть выше 100°C газовая смесь, содержащая 6 частей объема H₂ и 3 части объема O₂ должны образовывать 6 частей объема водяного пара, а газовая смесь, содержащая 5 частей объема H₂ и 5 частей объема Cl₂ должны образовывать 10 частей объема HCl.

В следующих экспериментах мы будем проводить реакции, указанные выше, чтобы проверить правильность гипотезы.

1. Получение монооксида углерода и хлора

Ход работы

Установка для получения монооксида углерода изображена на Рис. 2а, за исключением того, что трубка не подключена к капельной воронке для начала. Наполните 100 мл круглодонную колбу муравьиной кислотой на одну четверть и наполните капельную воронку концентрированной серной кислотой примерно на половину. Слегка нагрейте и (в вытяжном шкафу!) выпускайте капли серной кислоты в муравьиную кислоту. Когда начнется выделение газа, подождите, пока весь воздух не выйдет из устройства, а затем

подключите трубку к ниппелю шланга капельной воронки и соберите газ в небольшой газометр (газового стержня). Когда газометр наполнится, необходимо прекратить капать серную кислоту, поставить пробку в отверстие цилиндрической воронки, удалить трубку из прямоугольной стеклянной трубки и закрыть ее резиновым колпачком. Разборку и очистку устройства необходимо проводить в вытяжном шкафу.

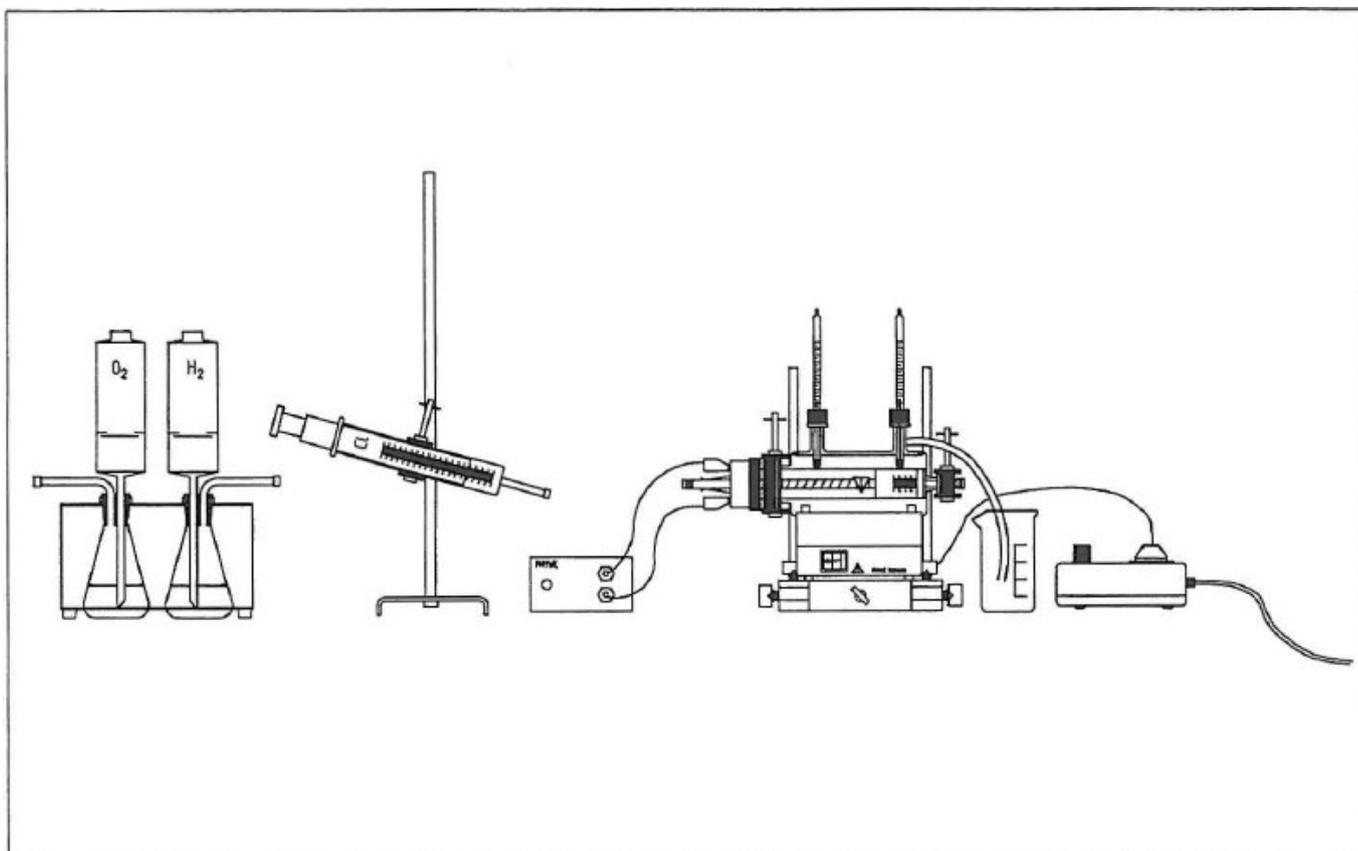


Рис. 4

Установка для получения хлора изображена на Рис. 2b, но здесь снова трубка не подключена к капельной воронке для начала. Поместите 5 или 6 ложек перманганата калия в 100 мл круглодонную колбу и наполните капельную воронку концентрированной соляной кислотой примерно на половину. Выпускайте капли соляной кислоты в перманганат калия (в вытяжном шкафу!). Когда начнется выделение газа, подождите, пока весь воздух не выйдет из устройства, а затем подключите трубку к ниппелю шланга капельной воронки и соберите газ в газовый шприц. Когда он наполнится примерно на 60-70%, необходимо прекратить капать соляную кислоту, удалить трубку из газового шприца и закрыть ее резиновым колпачком. Разборку и очистку устройства необходимо проводить в вытяжном шкафу.

2. Реакция монооксида углерода/кислорода

Ход работы

Наполните газовый стержень (Рис. 3) кислородом (из стального баллона) и монооксидом углерода (см. 1). С помощью 10 мл шприца с тонкой канюлей ($d = 0,45$ мм, $l = 13$ мм), наберите в него 3 мл кислорода и 6 мл монооксида углерода из соответствующих газометров. Введите эту стехиометрическую смесь в поршневой эвдиометр (Рис. 3), который

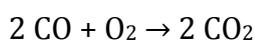
также плотно закрыт крышкой, и, поршень которого стоит на нулевой отметке шкалы. Подключите подготовленный эвдиометр электрически к генератору искры зажигания и, в качестве меры предосторожности, поместите его в прозрачный (достаточно плотный) пластиковый мешок. Сожмите его вместе с пластиковым мешком одной рукой в области черного винтового колпачка. Держите его настолько горизонтально, насколько это возможно, немного отодвинув от себя. Подожгите смесь с помощью генератора свечи.

Наблюдение

Происходит небольшой взрыв. Сначала поршень сдвигается на несколько сантиметров, но потом возвращается обратно. Объем газа 6 мл двуокиси углерода остается в эвдиометре.

Результаты

Согласно уравнению



одна молекула CO_2 образуется из каждой молекулы CO . Поэтому в 6 мл CO_2 должно быть такое же число молекул, что и в 6 мл CO . Эксперимент подтверждает правильность гипотезы Авогадро.

3. Реакция водорода/кислорода при температуре выше 100°C

Ход работы

Эксперимент проводят в нагретом эвдиометре, установка изображена на Рис. 4. Поместите эвдиометр в стеклянный чехол, как описано в инструкции по эксплуатации. Убедитесь, что уплотнительные кольца находятся в правильном положении, и, что соединительные колпачки закручены достаточно плотно, чтобы предотвратить движение эвдиометра в стеклянном чехле во время взрыва. Также проверьте, чтобы резиновые колпачки были вплотную прижаты к соединительному колпачку стеклянного чехла так, чтобы капиллярная трубка эвдиометра нагревалась по всей длине (см. Рис. 4).

Горизонтально зафиксируйте эту комбинацию на стержнях. Наполните стеклянный чехол 3 или 4-молярным раствором соли (растворите около 100 или 120 г хлорида натрия в 500 мл воды) и добавьте несколько раскаленных камней. Расположите термометры в каждом из адаптеров с вертикально закручивающейся крышкой. Поместите нагревательный аппарат под стеклянный чехол и подключите его к регулятору мощности. Подключите эвдиометр в генератору свечи зажигания с помощью двух соединительных проводов. Прикрепите длинную резиновую трубку к ниппелю шланга стеклянного чехла для того, чтобы вывести пар с стеклянный стакан. Наполните газовый стержень (Рис. 4) водородом и кислородом (из стальных баллонов).

Когда конструкция закончится, нагрейте аппарат до точки кипения (около 103°C) с помощью электрического нагревателя. Равномерное нагревание эвдиометра достигается примерно через 5 минут после начала закипания. Поместите поршень на нулевую отметку шкалы. Закройте конец капиллярной трубки эвдиометра плотно закрывающимся резиновым колпачком и введите столько стехиометрической смеси водорода/кислорода (= объемы в соотношении 2:1) через нее, чтобы в эвдиометре находилось ровно 9 мл смеси при

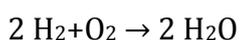
температуре 103°C. 9 мл при температуре 103°C соответствует объему 7 мл при температуре 20°C. Подожгите смесь с помощью генератора свечи.

Наблюдение

После реакции поршень демонстрирует остаточный объем 6 мл. Он состоит из воды в виде пара.

Результаты

Смесь 6 мл H₂ и 3 мл O₂ прореагировала согласно уравнению



таким образом, каждая молекула водорода соединяется с кислородом для образования молекулы воды. 6 мл H₂ соединяются с 3 мл O₂, образуя 6 мл воды в виде пара. Эксперимент подтверждает правильность гипотезы Авогадро.

4. Реакция водорода/хлора при температуре выше 100°C

Ход работы

Продуктом этой реакции является газообразная HCl, поэтому теоретически эту реакцию можно проводить в холодном эвдиометре, таким же образом, как и реакцию CO/CO₂. Однако, на практике такой эксперимент не дал бы значимого количественного результата, поскольку основным условием такого результата являются абсолютно сухие газы для реакции и абсолютно сухая реакционная камера после реакции. В эвдиометре и шприце для инъекции, как правило, присутствует небольшое количество воздуха, то есть кислорода. В ходе реакции он преобразовывается в воду, которая может исказить результат, поскольку газообразный хлористый водород хорошо растворяется в воде. Этого можно избежать путем проведения реакции между водородом/хлором в эвдиометре при температуре выше 100°C, когда вода превращается в газ и не влияет на конечный результат.

Зафиксируйте газовый шприц, содержащий хлор (см. 1), в слегка наклонном положении на подставке (Рис. 4) и добавьте водород (из стального цилиндра) в газовый стержень.

Нагрейте эвдиометр до 103°C, как описано в разделе 3. Впрысните стехиометрическую смесь водорода и хлора (= объемным соотношением 1:1) в эвдиометр. В целях обеспечения безопасности, объем впрыскиваемой в эвдиометр смеси не должен превышать 10 мл. Не проводите эксперимент под прямыми солнечными лучами или под прожектором, поскольку газовая смесь может спонтанно самовоспламениться. При обычном рассеянном свете газовая смесь не представляет опасности.

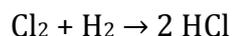
После проведения реакции как можно скорее полностью выпустите образовавшийся хлороводород из эвдиометра для того, чтобы избежать коррозии кончиков искровых электродов.

Наблюдение

После воспламенения и проведения реакции в эвдиометре остается столько же мл газа, сколько и было введено.

Результаты

Этот результат в точности соответствует уравнению



После проведения реакции число диаторных молекул соответствует количеству диаторных молекул в газовой смеси. Поскольку они занимают одинаковое количество места, этот эксперимент также подтверждает верность гипотезы Авогадро. Поскольку гипотеза Авогадро справедлива для всех идеальных газов, ее также называют Законом Авогадро. Он имеет большое значение в аналитической химии при определении молярных масс газов и паров, а также при расчете стехиометрических порций газа.

Заметка

Светочувствительность смеси хлора/водорода можно использовать в качестве демонстрационного эффекта. Смесь в эвдиометре может воспламениться с помощью световой фотовспышки.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

6. Галогеналканы: реакция Вюрца

P3101100

Понятия, относящиеся к теме

Органические соединения щелочей, органические соединения лития, синтез Вюрца, металлоорганические соединения

Принцип работы

В отличие от других органических соединений щелочей, органические соединения лития – за исключением метиллития - обладают наиболее прочными ковалентными связями. Они достаточно хорошо растворяются в органических растворителях, таких как диэтиловый эфир, тетрагидрофуран и алканы, а также они являются относительно стабильными в этих растворителях.

Синтез Вюрца был разработан в 1854 году для получения высших алканов на основе галогеналканов. Проще всего происходит реакция йодистого алкила. Реакцию лучше всего проводить с литием, поскольку другие щелочные металлы реагируют наиболее бурно. Синтез Вюрца зачастую представляет собой побочную реакцию, которая происходит металлоорганических преобразований.

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Штатив, h = 750 мм	37694-00
3	Перекрестный зажим	37697-00
3	Универсальный зажим	37715-00
1	Круглодонная колба, 100 мл, с двумя отверстиями, GL 25/12	35842-15
1	Конденсатор Димрота, GL 25/12	35816-15
1	Прокладка для GL 25/8, 1	41242-03
1	Стеклянная трубка, прямоугольная, 85 + 60 мм, 1	36701-52
1	Лабораторный термометр, -10...100 °С	38056-00
1	Газометр, 1000 мл	40461-00
1	Пластиковый мешок со шлангом, 1	40469-00
1	Трехходовой запорный кран, Т-образный	36731-00
1	Градуированный цилиндр, 100 мл	36629-00

Количество	Наименование	Код
1	Цифровой барометр	03099-00
1	Лабораторные весы с выходом для получения данных, 620 г	45023-93
1	Номограмма объема газа/молярной массы	40440-00
2	Лабораторный зажим, ширина = 15 мм	43631-15
3	Резиновые трубки, $d_i = 6$ мм	39282-00
2	Хомуты, $d = 8...12$ мм, 2 шт.	40996-00
1	Пинцет, прямой, тупоконечный, $l = 200$ мм	40955-00
1	Нож, из нержавеющей стали	33476-00
1	Фильтровальная бумага, 580 мм x 580 мм, 1	32976-03
1	Стакан, 150 мл, большой, 1	36003-00
1	Стеклянные стержни, $l = 300$ мм, 1	64869-03
1	Ложечка со шпателем, из нержавеющей стали	33398-00
1	Воронка, с диаметром верхнего отверстия 55 мм	34457-00
1	Порошковая воронка, с диаметром верхнего отверстия 65 мм	34472-00
1	Йодистый этил, 25 мл	31008-04
1	Тетрагидрофуран, 1000 мл	31883-70
1	Гидроксид калия, хлопьеобразный, 500 г	30103-50
1	Литий, металл, 25 г	31523-03
1	Изопропиловый спирт, 1000 мл	30092-70



Рис. 1

Задачи

- Исследовать реакцию йодистого этила с литием и последующую реакцию этиллития с йодистым этилом.
-

Информация по технике безопасности

Реакции между литием и многочисленными неорганическими и органическими соединениями протекают бурно и даже сопровождаются взрывами, в частности, это касается реакций между литием и окислителями или галогенированными углеводородами. При попадании на влажную кожу и

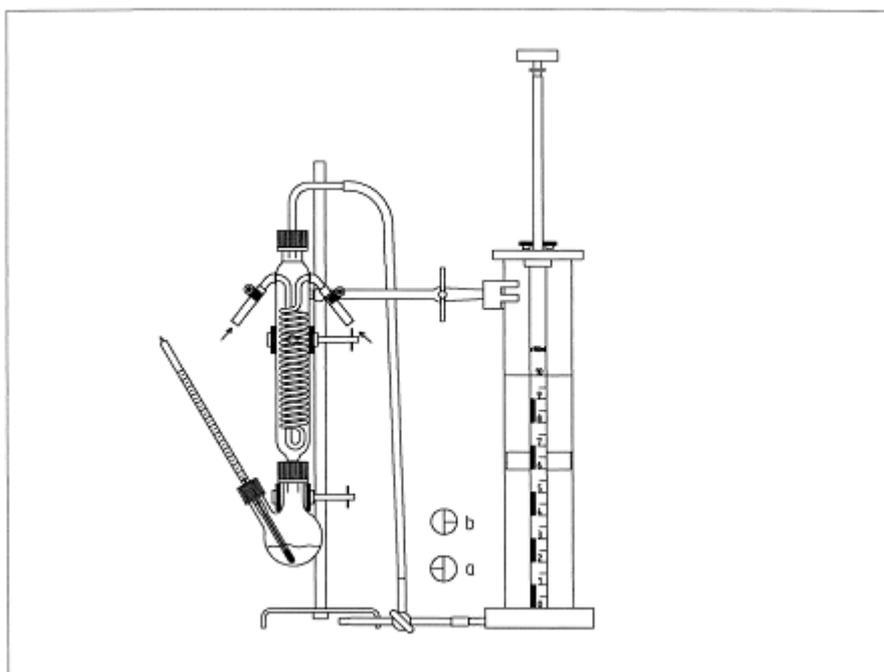


Рис. 2

слизистые оболочки возникают тяжелые химические ожоги.

Первая помощь: Очистите поврежденные участки кожи и одежду: сначала протрите, а затем промойте большим количеством воды. При попадании в глаза тщательно промойте открытые глаза большим количеством воды.

Утилизация: Поместите металлические остатки (в том числе и те, что остались на ноже, пинцете и т.д.) в изопропиловый спирт, чтобы дать им возможность вступить в реакцию, а затем добавьте воды. В том случае, если осталось большое количество металлических остатков, необходимо выполнять эти действия для каждой партии металлических остатков и при необходимости охлаждать стакан с реакционным раствором с внешней стороны с помощью льда. Держать вдали от источников воспламенения (источников образования водорода). Растворы необходимо нейтрализовать и смыть.

Гидроксид калия без содержания воды оказывает сильное раздражающее действие на кожу, глаза и слизистые оболочки. Частицы и испарение оказывают раздражающее воздействие на органы дыхания. Химические ожоги приводят к разрушению тканей и возникновению сильной боли.

Тетрагидрофуран представляет собой легковоспламеняющуюся жидкость, которую можно смешивать с водой. Соприкасаясь с воздухом, его пары могут образовывать взрывоопасные смеси. Тетрагидрофуран раздражает кожу, глаза и дыхательные пути. Случаи системного отравления не выявлены.

Первая помощь: При попадании на кожу и в глаза тщательно смойте с кожи и промойте открытые глаза большим количеством воды.

Утилизация: Растворы необходимо разбавить водой, нейтрализовать (рН 6-8) и смыть.

Галогенсодержащие соединения и растворы необходимо собирать отдельно от других органических веществ в специальную емкость с соответствующей маркировкой.

Ход работы

Замените кремниевую прокладку во входном отверстии конденсатора Димрота на прокладку с 8 мм отверстием.

Для того чтобы высушить тетрагидрофуран, налейте его в бутылку и добавьте несколько хлопьев гидроксида калия таким образом, чтобы дно бутылки было покрыто примерно на 1-2 см. Закройте бутылку и потрясите ее, периодически открывая крышку для того, чтобы избежать возникновения какого-либо избыточного давления внутри бутылки. Хлопья гидроксида калия могут остаться в бутылке (Вы также можете поместить хлопья гидроксида калия в оригинальную бутылку. В этом случае, у Вас под рукой всегда будет высушенный тетрагидрофуран). Поместите в круглодонную колбу 10 г йодистого этила и 50 мл высушенного тетрагидрофурана.

Добавьте 3-4 кусочка лития размером с горошину в раствор тетрагидрофурана и йодистого этила и включите систему охлаждения жидкости. Образующийся газ должен выталкивать воздух из устройства (запорный кран находится в положении а, Рис. 2) до тех пор, пока трехходовой запорный кран в газометре открыт (запорный кран находится в положении б). В газометр при комнатной температуре необходимо набрать количество газа,

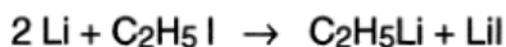
которое соответствует одному литру газа при 1013 гПа и 0°C (см. инструкцию по эксплуатации газометра). Перекройте доступ к газометру (установите запорный кран в положение а, Рис. 2) и отсоедините шланг, который ведет к устройству. Затем подсоедините шланг пластикового мешка (перед этим укоротив шланг на 10 см), вес которого в порожнем состоянии уже известен, к отверстию шланга трехходового запорного крана (Рис. 3). Переместите газ из газометра в пластиковый мешок. Закройте отверстие, через которое подавался газ с помощью лабораторного зажима, и взвесьте мешок.

Результаты

После добавления лития газ начинает вытеснять воздух из круглодонной колбы и конденсатора Димрота. В разнице масс на основе результатов взвешивания пустого и полного пластикового мешка должна учитываться и плавучесть воздуха. В стандартных условиях один литр воздуха имеет массу 1293 г. На основе разницы масс 1348 г, масса исследуемого газа на литр – 2641 г/л. На основе округления и умножения молярного объема идеального газа получаем молекулярную массу взвешенного газа – 59,2 г/моль.

Интерпретация

В ходе реакции лития и йодистого этила образуются этиллитий и йодид лития.



Являясь анионом, органическое соединение лития нуклеофильным способом замещает положительно заряженный атом углерода,

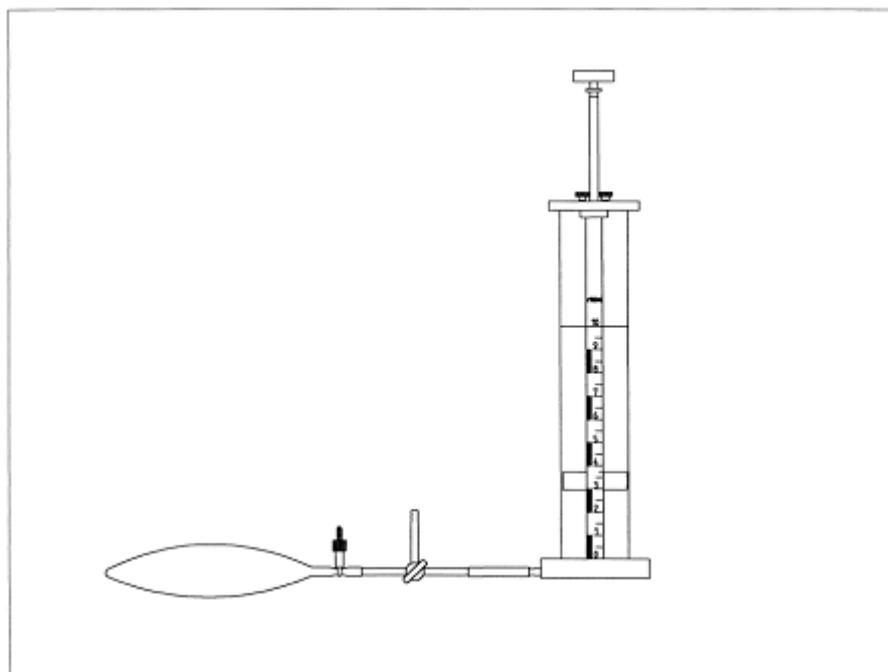
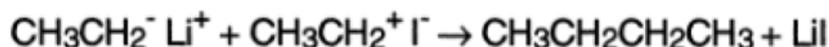


Рис. 3

входящий в состав йодистого этила. Это приводит к образованию н-бутана и йодида лития.



Примечание

В отличие от других органических соединений щелочей, органические соединения лития – за исключением метиллития - обладают наиболее прочными ковалентными связями. Они достаточно хорошо растворяются в органических растворителях, таких как диэтиловый эфир, тетрагидрофуран и алканы, а также они являются относительно стабильными в этих растворителях.

Синтез Вюрца был разработан в 1854 году для получения высших алканов на основе галогеналканов. Проще всего происходит реакция йодистого алкила. Реакцию лучше всего проводить с литием, поскольку другие щелочные металлы реагируют наиболее бурно. Синтез Вюрца зачастую представляет собой побочную реакцию, которая происходит металлоорганических преобразований.

7. Реакция аммиака с бензальдегидом

P3101400

Понятия, относящиеся к теме

Аммиак, формальдегид – уротропин, гексаметиленetetрамин, гидролиз

Принцип работы

При концентрации смеси растворов формальдегида и аммиака образуется твердое белое вещество. В ходе реакции аммиака с формальдегидом (метаналем) образуется гексаметиленetetрамин.

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Н-образное основание "PASS"	02009-55
2	Опорный элемент, l = 600 мм	02037-00
3	Перекрестный зажим	37697-00
3	Универсальный зажим	37715-00
1	Лабораторный домкрат, 160 x 130 мм	02074-00
2	Круглодонная колба, 250 мл, GL 25/12	35812-15
1	Воронка для газогенератора, GL 18	35854-15
1	U-образная трубка с двусторонним разветвлением, GL 25	36959-15
2	Пробирка с разъемом для шланга, GL 25/8	36330-15
1	Стеклянные пробирки, прямоугольные, 230 + 55 мм, 2	36701-59
1	Пробирка для хлористого кальция, прямая	36941-00
1	Стакан, 600 мл, большой	36006-00
3	Фарфоровая чашка, 75 мл	32516-00
1	Тренога, кольцевидная, h = 240 мм, d = 140 мм	33302-00
1	Проволочная сетка с керамическим центром, 160 x 160 мм	33287-01
1	Горелка Теклю, на основе природного газа	32171-05
1	Газобезопасная трубка	39281-10
2	Шланговые зажимы, d = 12...20 мм	40995-00

Количество	Наименование	Код
1	Зажигалка для природного и сжиженного газа	38874-00
1	Пробирки, 16/160 мм, 3	37656-10
1	Штатив для пробирок	37686-00
1	Держатель для пробирок	38823-00
1	Мерная колба, 25 мл	36627-00
1	Стеклянная палочка, l = 300 мм, 2	64869-03
1	Ложка с лопаточкой из нержавеющей стали	33398-00
1	Промывалка, 500 мл	33931-00
1	Воронка, с диаметром верхнего отверстия 55 мм	34457-00
1	Порошковая воронка, с диаметром верхнего отверстия 65 мм	34472-00
1	Резиновая трубка, di = 6 мм	39282-00
1	Пинцет, прямой, тупоконечный, l = 200 мм	40955-00
1	Кварцевая стекловата, 10 г	31773-03
1	Гидроксид натрия, хлопьеобразный, 500 г	30157-50
1	Раствор аммиака, 25 %, 1000 мл	30022-70
1	Ацетальдегид, 250 мл	30001-25
1	Бензальдегид, 500 мл	30036-50
1	Раствор формальдегида, 40 %, 500 мл	30082-50
1	Диэтиловый эфир, 250 мл	30007-25
1	Активированный уголь, гранулированный, 500 г	30011-50
1	Хлорид железа (III), 500 г	30069-50
1	Соляная кислота, 1000 мл	30214-70
1	Вода дистиллированная, 5л	31246-81
	Лед	

Задачи

- Добавление аммиака в ацетальдегид и бензальдегид
- Приготовление гексаметилентетрамина (уротропина)

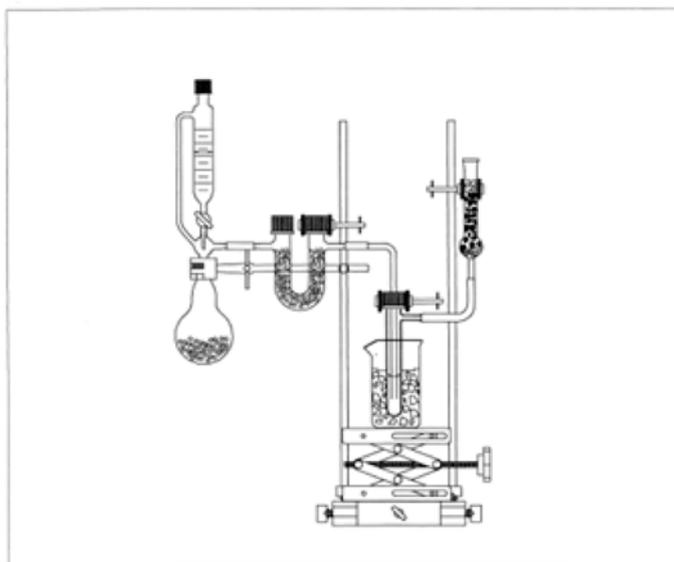


Рис. 1

Информация по технике безопасности

Диэтиловый эфир представляет собой легковоспламеняющуюся жидкость, которую нельзя смешивать с водой. Соприкасаясь с воздухом, его пары могут образовывать взрывоопасные смеси. Вещество оказывает наркотическое воздействие.

Продолжительный контакт вещества с кожей приводит к ее обезжириванию. Ацетальдегид (этаналь) представляет собой легко испаряющуюся, водорастворимую, легко воспламеняющуюся жидкость (температура кипения – 20,4°C). Соприкасаясь с воздухом, его пары могут образовывать взрывоопасные смеси. Его пары раздражают слизистые оболочки глаз, носа, верхних дыхательных путей. К тому же, резкий запах должен служить предупреждением об опасности, тем самым защищая от отравления.

Первая помощь: При вдыхании: Необходим свежий воздух. При попадании в глаза: Необходимо промыть их большим количеством воды (промыть открытые глаза в течение нескольких минут).

Бензальдегид представляет собой плохо растворимую в воде, трудно воспламеняющуюся жидкость с запахом горького миндаля. Вещество раздражает кожу, глаза и дыхательные пути.

Первая помощь: Промыть пораженные участки кожи водой с мылом. При попадании в глаза: Необходимо промыть открытые глаза водой.

При вдыхании: Необходим свежий воздух.

Раствор формальдегида раздражает кожу, глаза и дыхательные пути.

Предположительно, обладает канцерогенным потенциалом. В связи с тем, что вещество оказывает сильный раздражающий эффект из-за своего резкого запаха, не зафиксировано ни одного случая отравления.

Первая помощь: Промыть пораженные участки кожи водой с мылом. При попадании в глаза: Необходимо промыть открытые глаза водой.

При вдыхании: Необходим свежий воздух.

Утилизация: Легко воспламеняющиеся органические растворители и растворы, не содержащие галоген, необходимо собирать отдельно от других органических веществ в специальную емкость с соответствующей маркировкой.

Концентрированные кислоты являются очень едкими. Они обжигают кожу и разрушают текстильные ткани. Для разбавления сначала налейте воду, а затем добавьте в нее кислоту (используйте защитные очки, лабораторный халат, перчатки).

Раствор аммиака представляет собой щелочную, едкую жидкость с резким запахом. Он раздражает кожу, глаза и слизистые оболочки, а также всасывается через кожу.

Гидроксид натрия без содержания воды оказывает сильное раздражающее воздействие на кожу, глаза и слизистые оболочки.

Частицы и испарение оказывают раздражающее воздействие на органы дыхания.

Химические ожоги приводят к разрушению тканей и возникновению сильной боли.

Первая помощь: Тщательно промойте пораженные участки кожи (глаза и т.д.) большим количеством воды. Немедленно обратитесь за помощью к врачу во избежание травмирования глаза. При вдыхании: Необходим свежий воздух. Освободить дыхательные пути.

В случае дыхательной недостаточности: Доставить пострадавшего в полулежачем состоянии к врачу.

Утилизация: Растворы необходимо разбавить водой, нейтрализовать (рН 6-8) и смыть.

1. Добавление аммиака в ацетальдегид и бензальдегид

Ход работы

Установите устройство как показано на рисунке. Поместите 3-4 ложки твердого гидроксида натрия в круглодонную колбу. Заполните U-образную трубку хлопьеобразным гидроксидом натрия и закройте концы трубки шариками из кварцевой стекловаты.

Добавьте около 4 мл раствора ацетальдегида к 20 мл диэтилового эфира в пробирку, боковой шланг которой погружен в ледяную баню. Для поглощения испарений пробирку для хлористого кальция с активированным углем помещают на выходе из этой охлаждаемой ловушки.

Затем, капните несколько капель раствора аммиака из воронки на твердый гидроксид натрия и следите за реакцией в охлаждаемой ловушке.

После этого замените данную пробирку на пробирку, содержащую около 4 мл раствора бензальдегида в диэтиловом эфире.

Вылейте растворы из двух пробирок в разные выпарительные чашки и поместите их в вытяжной шкаф.

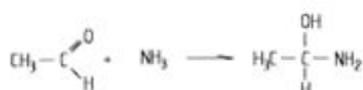
После испарения (высушивания) необходимо провести реакцию твердого вещества с разбавленной соляной кислотой.

Результат

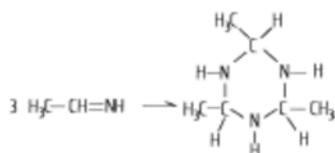
Когда газообразный аммиак проходит через охлаждаемую ловушку, белое вещество выпадает в осадок. Когда твердое вещество вступает в реакцию с соляной кислотой, выделяется характерный запах альдегида.

Разъяснение

Когда раствор аммиака попадает на твердый гидроксид натрия, образуется газообразный аммиак. Затем газ просушивают в U-образной трубке с гидроксидом натрия. В качестве твердого вещества в пробирке образуется 1-аминоэтанол (1) или 1-аминофенилметанол.



1-аминотанол очень легко высвобождает воду, тем самым способствуя образованию имина $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{NH}$, который обычно представлен в виде циклического тримера:



Добавление аквокислот приводит к образованию исходных соединений. Таким образом, в ходе реакции аммиака с кислотой образуется соль аммиака.

2. Приготовление гексаметилентетрамина (уротропина)

Ход работы

Налейте эквимолярные количества раствора формальдегида и раствора аммиака (по 10 мл каждого) в выпарительную чашку и поместите эту смесь в вытяжной шкаф до полного испарения. После закипания раствора отрегулируйте горелку таким образом, чтобы раствор кипел лишь слегка. Это поможет обеспечить, чтобы количество вещества, которое выплескивается в процессе концентрации, сводилось к минимуму.

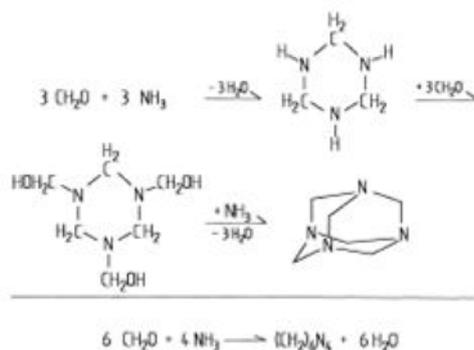
Растворите небольшое количество твердого вещества (на кончике ложки) в небольшом количестве воды в пробирке. Затем, добавьте этот реагент к водному раствору хлорида железа (III) и подогрейте смесь на водяной бане.

Результат

Когда смесь растворов формальдегида и аммиака концентрируется, образуется твердое белое вещество. Это вещество растворяется в воде. При нагревании этого раствора вместе с хлоридом железа (III), образуется хлопьеобразный красно-коричневый осадок.

Разъяснение

В ходе реакции аммиака с формальдегидом (метаналем) образуется гексаметилентетрамин.



При кипении водный раствор подвергается гидролизу. Из полученного аммиака, значение рН кислотообразующего хлорида железа (III) составляет 5,5 (рН = 5,5), и гидроксид железа выпадает в осадок.

Данные

Молярная масса NH ₃ :	17,03 г/моль
Молярная масса CH ₂ O:	30,03 г/моль
Раствор аммиака, 25%:	Плотность = 0,91 г/мл
Концентрация = 13,4 моль/л	
Раствор формальдегида, 40%:	Плотность = 1,09 г/мл
Концентрация = 14,5 моль/л	

8. Сокслет. Экстракция жиров

P3120200

Понятия, относящиеся к теме

Аппарат Сокслета, экстракция жира, пищевая химия, анализ пищевых продуктов

Принцип работы

Разговоры о здоровом питании сосредоточены на содержании жира в продуктах питания. По этой причине, важно знать точное содержание жира в отдельных продуктах питания. Эксперимент, описанный здесь, использует метод количественного определения содержания жира в пищевых продуктах путем экстракции при помощи аппарата Сокслета. Небольшой размер аппарата Сокслета позволяет извлекать небольшие количества, используя крайне мало растворителя.

Оборудование

Количество	Наименование	Код
1	Колба, круглая, с 1 открытым концом, 100 мл, GL 25/12	35841-15
1	Аппарат Сокслета, GL 25/12	35809-15
1	Конденсатор Димрота, GL 25/12	35815-15
1	Втулка для выделения, 10 x 110 мм, 5 упак.	32995-02
1	Гранулы, 200 г	36937-20
1	Колбонагреватель, 100 мл	47549-93
1	Зажим для колбонагревателя	47557-01
1	Регулятор мощности	32247-93
	Аппарат для дистилляции, дополнительно:	
1	Микро аппарат для дистилляции, GL 18/8	35818-15
1	Лабораторный термометр, -10...+100°C	38056-00
1	Колба, круглая, с 1 открытым концом, 100 мл, GL 25/12	35841-15
1	Сменная поддерживающая основа	02001-00
1	Поддерживающий стержень, нержавеющей сталь, 600 мм	02037-00
2	Перекрестный зажим	02043-00
3	Универсальный зажим	37715-00
1	Ступка с пестиком, 150 мл. фарфоровая	32604-00

Количество	Наименование	Код
1	Лабораторные весы RS 232, 310 г	45025-93
1	Стеклянный стакан, низкий, 400 мл	36014-00
1	Лабораторный карандаш, водонепроницаемый	38711-00
1	Резиновая трубка, d = 7 мм	39282-00
1	Хомут для трубки, d = 8...12 мм	40996-01
1	Ложка, спецсталь	33398-00
1	Тигельные щипцы, 200 мм, нержавеющая сталь	33600-00
1	Защитные очки, прозрачное стекло	39316-00
1	Резиновый перчатки, размер 8,5	39323-00
1	Сушилка, 32 л, с защитой от перегрева	46959-93
	Домашний кухонный комбайн	
	Хлопковая вата	
1	Петролейный эфир, 40-60°C, 250 мл	30184-25
1	Сульфат натрия (безводный)	48344-25
	Колбаса	

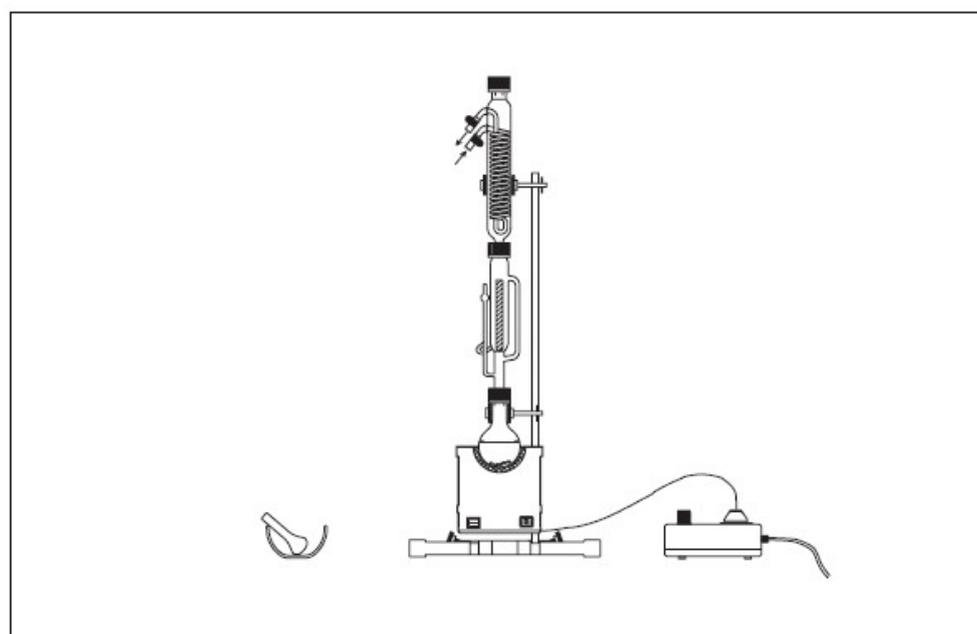
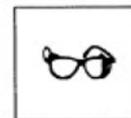


Рис. 1

Опасности!

Петролейный эфир легко воспламеняется. Погасите все источники открытого огня, прежде чем работать с ним! Надевайте защитные очки!



Задача

- Рассчитайте содержание жира в колбасе с помощью аппарата Сокслета.

Примечание относительно метода

Эксперимент "Растворимость жиров" необходимо проводить до начала этого эксперимента, если это возможно. Процесс "Дистилляция" также необходимо заранее разъяснить, или же необходимо раньше осуществить дистилляцию. Рекомендуется разделить эксперимент на два отдельных урока. Если измеряется содержание жира в различных сортах колбас (в различных видах пищи), результаты можно вносить в таблицу и сравнивать.

Установка

Промаркируйте круглодонную колбу и положите в нее три раскаленных камня. Поместите колбу в сушилку при температуре 105°C на 30 минут. После того как колбы остынет, определите точную массу колбы. Установите аппарат Сокслета как показано на Рис. 1. Для получения точного значения содержания жира колбу необходимо просушить до достижения постоянного веса и дать ей остыть в эксикаторе. Дистилляционный аппарат используется для того, чтобы извлечь растворитель а.

Ход работы

1. Измельчите кусок колбасы с помощью кухонного комбайна. Взвесьте 10 г измельченной колбасы в ступке и добавьте в два раза больше сульфата натрия (безводного). Тщательно разотрите вещества с помощью пестика.

Заметка: Однородные колбасы, такие как ливерная колбаса или колбаса-спред, не нужно измельчать с помощью кухонного комбайна. Если нет возможности использовать безводный сульфат натрия, колбасу необходимо просушить в течение нескольких часов до начала извлечения.

2. Количественно переместите смесь из ступки в экстракционный наконечник, например, с помощью шпателя. Тщательно протрите ступку, пестик и шпатель тремя кусочками ваты размером с грецкий орех. Также поместите эти три кусочка в наконечник.

3. Присоедините экстракционный наконечник к аппарату Сокслета. Наполните промаркированную и содержащую три раскаленных камня колбу петролейным эфиром на 2/3. Установите колбу под аппаратом Сокслета. Проверьте наличие холодной воды и включите нагреватель.

4. Выберите уровень нагревания на нагревателе или на источнике питания, на которой растворитель закипает контролируемым образом. Извлекайте колбасу, по крайней мере, 3 часа. Когда по прошествии времени растворитель становится бесцветным, то продолжительность экстракции должны быть соответствующим образом продлена. Уберите приспособление Сокслета и конденсатор от аппарата, когда растворитель в приспособлении

Сокслета только что вывелся. Опустите нагреватель на 5 см. Воспользуйтесь тигельными щипцами для того, чтобы изъять экстракционный наконечник из приспособления Сокслета.

5. Далее, настройте устройство на дистилляцию, как показано на Рис. 2. Поднимите нагреватель вверх так, чтобы он находился под круглодонной колбой, и продистиллируйте весь петролейный эфир во вторую колбу. Выключите нагреватель и резко снизьте температуру кипения на термометре ниже 50°C. Остаток не должен перенагреваться. Поместите колбу в вытяжной шкаф для того, чтобы оставшийся петролейный эфир смог испариться.

6. Когда остаток в колбе больше не пахнет растворителем, поместите колбу в сушилку при температуре 105°C на 30 минут. После того как колбы остынет, определите точную массу колбы и остатка.

Утилизация

Петролейный эфир можно либо использовать в дальнейших экспериментах, либо вылить его в контейнер для горючих органических растворителей.

Теория и Оценка

Содержание жира в пищевых продуктах находится в центре внимания во время обсуждения здорового питания. Существует косвенная взаимосвязь между избыточным весом и ожирением. Использование жира в производстве пищевых продуктов строго контролируется.

- Содержание жиров в пищевых продуктах можно количественно определить методом экстракции с помощью аппарата Сокслета.

- Продукты питания содержат разное количество жиров, содержание жира в колбасах колеблется от 10% до 65%.

- Некоторые жиры имеют жизненно важное значение, поэтому их необходимо употреблять с пищей.

Количественное определение жира с помощью аппарата Сокслета является стандартных методом анализа пищи. Воду необходимо убрать из продуктов питания еще до экстракции путем нагревания в сушилке до 105°C. Затем, просушенные продукты можно уже экстрагировать. Содержание жира в сыре, орехах или рыбе, например, можно определить описанным способом. Жир в хлебе, пирожных или выпечке часто присутствует в связанном виде. Жиры необходимо разлагать, например, при взаимодействии с соляной кислотой (согласно Вейбулу/Столлу) перед началом проведения количественного определения жира.

Подсказки

Эта тема дает возможность междисциплинарного обсуждения аспектов питания. Знание пищевой химии можно применять а уроках биологии, например, при изучении проблемы незаменимых жирных кислот, ненасыщенных и насыщенных жирных кислот, а также избыточного веса.

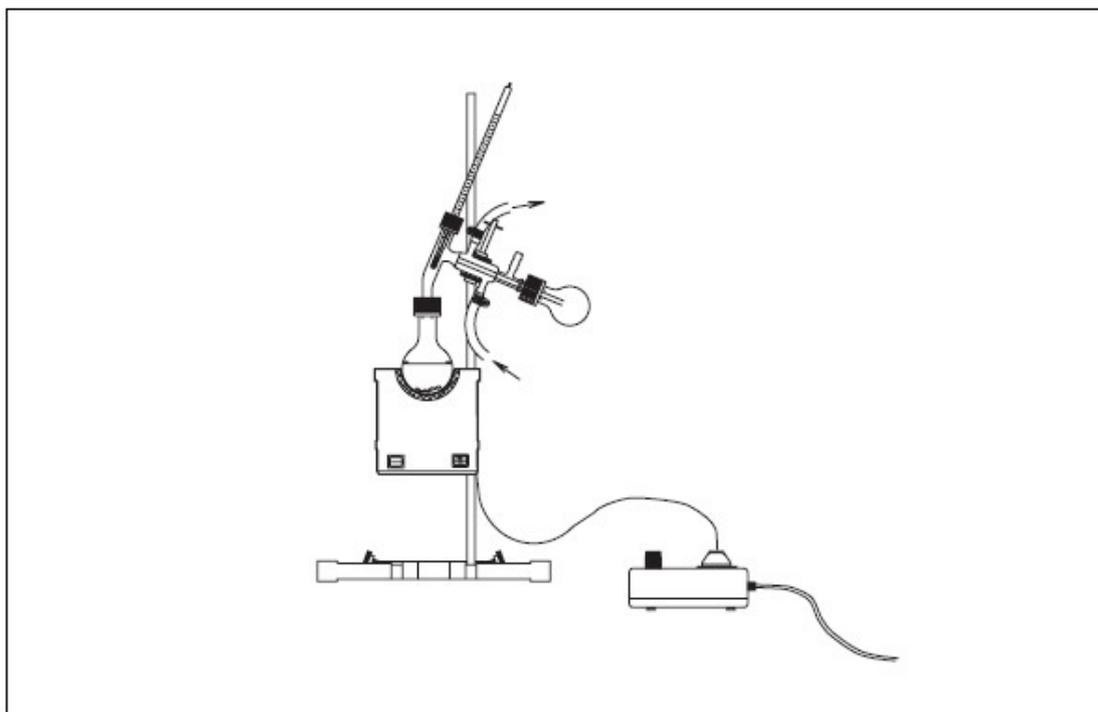


Рис. 2

ДЛЯ ЗАМЕТОК

КОНТАКТЫ

Разработчик методических рекомендаций –

компания «Нобель Технологии»

Адрес: 127273 Россия, г. Москва, ул. Олонецкая, д.23

**По всем вопросам, связанным с проведением экспериментов и оборудованием,
просьба обращаться по электронной почте:**

experiment@nobeltechno.com