

**КРЫМСКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПОСТДИПЛОМНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
II (Муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по химии  
в 2025/2026 учебном году  
10 класс**

**Инструкция по выполнению заданий**

Продолжительность 3 часа. Максимальный балл – 100. При выполнении заданий можно использовать калькулятор, таблицу растворимости веществ, Периодическую таблицу химических элементов Д.И. Менделеева, ряд активности металлов и ряд электроотрицательностей элементов.

**Задача 1**

**Всё гениальное просто**

Бариевую пудру массой 27.4 г. Высыпали в химический стакан, наполненный раствором соляной кислоты.

1. В чём различие соляной кислоты и хлороводорода?
2. Запишите уравнение протекающей химической реакции и определите объём выделившегося газа (н.у.)

После окончания реакции в стакан добавили избыток раствора серной кислоты, в ходе чего наблюдалось выпадение осадка.

3. Запишите уравнение протекающей химической реакции и вычислите массу выпавшего осадка.

**Задача 2**

**Электронная химия**

В 1 кг металла **X** содержится электронов  $2,88 \cdot 10^{26}$  электронов. При добавлении 1,5 г вещества **A** к 500 граммам воды выделяется газ **A**. После полного растворения из полученного раствора отобрали аликвоту в 50 мл ( $\rho \approx 1$  г/мл), к которой далее добавляли 2,82% раствор нитрата серебра до прекращения выпадения осадка **B**. Полученный осадок отделили и далее растворили в 25% нашатырном спирте. При этом в ходе реакции образовалось вещество **C**.

1. Запишите все уравнения реакций происходящих в описанных процессах
2. Определите вещества **X**, **A**, **B**, **C**. Для соединения **C** изобразите строение катиона.
3. Определите массовую долю азота и электронов в растворе образовавшемся после удаление осадка вещества **B**, если известно, что электрон в 1836 раз легче протона
4. Какое тривиальное название носит раствор вещества **C**?

**Задача 3**

**Press F**

*А в попугаях-то я гораздо длиннее!  
«38 попугаев»*

В 1960 году на XI Генеральной конференцией по мерам и весам была принята международная система единиц (СИ). Она была создана для обеспечения единства и сопоставимости измерений во всех сферах деятельности: от научных исследований до промышленного производства и торговли. Однако даже сегодня некоторые страны не перешли к системе СИ. Самая распространённая из альтернативных систем - американская система измерений. Она до сих пор является общепринятой в США, Мьянме, и Либерии.

Так, к примеру, для измерения температуры в американской системе используются не общепринятые градусы Цельсия или Кельвина, а градусы Фаренгейта ( $^{\circ}\text{F}$ ). Известно, что при атмосферном давлении лёд тает при температуре  $32^{\circ}\text{F}$ , а вода закипает при температуре  $212^{\circ}\text{F}$ .

1. Запишите уравнение, связывающие градусы Цельсия и Фаренгейта, если известно, что оно линейное.
2. Определите при какой температуре градусы Цельсия и Фаренгейта совпадут. Какая температура в градусах Фаренгейта соответствует абсолютному нулю.

Одной из общепринятых единиц объёма в американской системе единиц является галлон. Американский галлон равен ровно 231 кубическому дюйму (1 дюйм  $\approx$  2,54 см). В качестве единицы для измерения давления используется Psi (*pound-force per square inch*). Так, среднее атмосферное давление численно равно 14.7 Psi.

Для нагревания галлона воды житель штата Айдахо Джон Колбен использовал газовую горелку, подключённую к 10 галлоновому баллону (давление в баллоне - 43.5 Psi) газовой смеси бутана и пропана, имеющей плотность по аргону 1.25. Начальная температура галлона воды и баллона газа составляла 70 °F.

3. Запишите уравнения реакций сгорания для газовой смеси.
4. Определите теплоту сгорания газовой смеси, если известно, что средняя энергия связей C-C и C-H равна 351 кДж/моль и 410 кДж/моль соответственно, стандартные энтальпии образования жидкой воды и углекислого газа -286 кДж/моль и -394 кДж/моль, а энтальпия испарения воды 2257 кДж/кг.
5. Определите сможет ли Джон вскипятить воду. Если ответ положительный, определите конечное давление газа в баллоне, если ответ отрицательный определите до какой максимальной температуры в °F удастся нагреть воду, если известно, что удельная теплоёмкость жидкой воды 4200 Дж/(кг·К)

#### Задача 4

#### Химия в отражении

– Ну как можно поверить в невозможное?

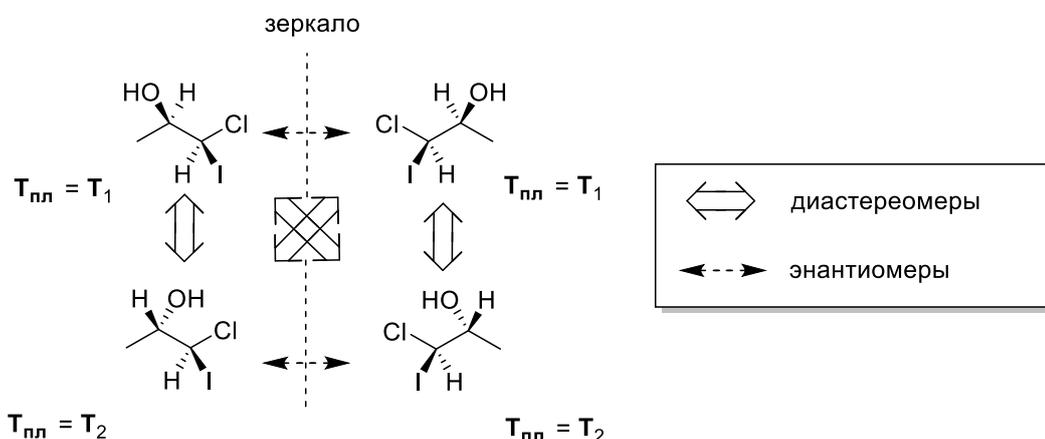
– Постепенно

*Алиса в зазеркалье Л.Кэррол*

Изомерия - одно из основных понятий химии, введённое ещё в начале 19 века Берцеллиусом, а обоснованное в конце – Бутлеровым. Изомеры подразделяются на структурные и оптические (соединения с одинаковой брутто-формулой и последовательностью связей). Самым классическим, хотя и не совсем корректным примером являются левая и правая кисти рук, строение которых одинаково в плане последовательного соединения ладони и пальцев, тем не менее совместить их путём вращения и параллельного переноса невозможно. Тот же эффект можно наблюдать и на органических молекулах, к примеру – бром-иод-фтор-хлорметане. Если изобразить пространственную структуру данного соединения и отразить её в зеркале, то вы получите очень похожее соединение, обладающее идентичными физическими свойствами, однако не совмещающееся с молекулой до отражения. Такие соединения называют хиральными, а пару изомеров, полученную в результате отражения – энантиомерами. Углерод, являющийся причиной хиральности, называют хиральным центром.

1. Почему на ваш взгляд кисти человека не являются корректным примером пары энантиомеров?
2. Являются ли хиральными молекулы:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CH}_2\text{BrI}$ , 2-хлорбутан?

При наличии в молекуле более одного хирального центра, возможно образование пространственных изомеров не являющихся энантиомерами – такие соединения называют



диастереомерами. Последние, в отличие от энантиомеров, обладают различными физическими свойствами. Причём с увеличением количества хиральных центров будет расти и число пространственных изомеров. К примеру, в молекуле 2-иод-3-хлорбутана таких центров 2

Рис. 1. Пример оптических изомеров для 1-хлор-1-иод-пропан-2-ола

и число возможных изомеров уже 4 (Рис.1).

3. Определите число возможных пространственных изомеров 1-хлорацетона, пентозы (учитывайте только ациклические структуры) и винной кислоты (Рис.2).

*Подсказка: не всегда при наличии хиральных центров молекула будет хиральной, самый достоверный способ – отразить в зеркале и попытаться совместить полученную структуру с исходной (отнеситесь внимательно к изомерам винной кислоты)*

В ходе радикального хлорирования циклопентана образовалась смесь изомеров с формулой  $C_5H_8Cl_2$ .

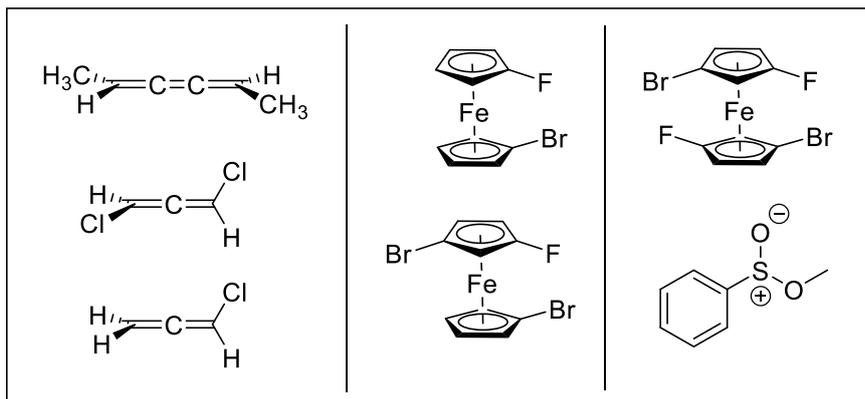


Рис. 2. Структуры соединений, указанных в вопросе 3

4. Изобразите все возможные структуры изомеров (с учётом пространственной изомерии), а также укажите изомеры, которые являются энантиомерами друг по отношению к другу.

Нужно помнить, что хиральное вещество по определению – соединение, не совпадающее со своим зеркальным отображением, а центральная хиральность лишь частный (хотя и самый распространённый) случай. Существуют молекулы, не имеющие хирального центра и всё же являющиеся хиральными.

5. Укажите, какие из приведённых ниже веществ хиральны.



## Задача 5. Мысленный эксперимент

«Когда теория совпадает с экспериментом, это уже не открытие, а закрытие»

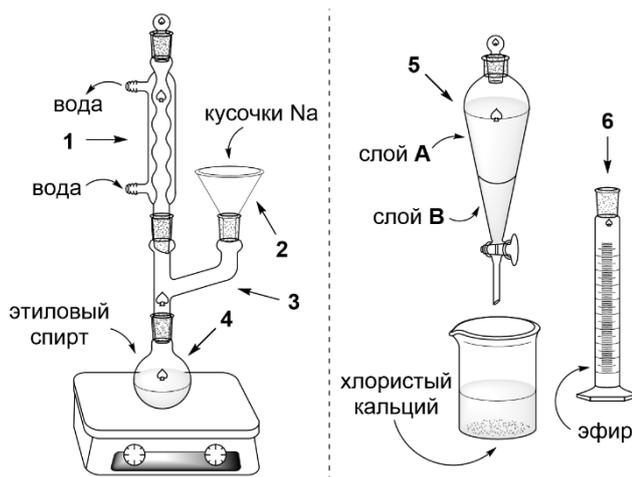
Пётр Леонидович Капица

Найдя солнечным утром в пылящемся углу кабинета химии «Практикум по органической химии 1956 года», юный химик Иннокентий захотел во что бы то ни стало повторить один из описанных там синтезов (методику см. ниже) и получить у себя **фенилэтиловый эфир** (*фенетол*).

В *круглодонной колбе* ёмкостью 100 мл, снабжённой *рогатым форитосом* и *обратным холодильником*, растворяют 2.3 г **натрия** в 30 мл **этилового спирта**. Натрий вносят небольшими кусочками через *стеклянную воронку*, чтобы не допустить ◀◀◀.

По охлаждению раствора к нему прибавляют 9.4 г **фенола** и 20 г **иодистого этила** и смесь нагревают на *водяной бане* до тех пор, пока спиртовой раствор не перестанет показывать щелочную реакцию по ●●● бумажке. Затем колбу соединяют с *нисходящим холодильником*, отгоняют максимально полно спирт и прибавляют к остатку небольшое количество воды для растворения образовавшегося при реакции осадка ♪♪♪. **Фенетол** извлекают 50 мл диэтилового эфира, отмеренного *мерным цилиндром*: эфирный раствор отделяют при помощи *делительной воронки*,

взбалтывают с разбавленным раствором **едкого натра** для ◻◻◻ и сушат над



безводным **хлористым кальцием**. Отгоняют диэтиловый эфир, заменяют обычный холодильник небольшим воздушным и при 167–172°C перегоняют фенетол.

Выход целевого продукта около 9 г (% от теоретического). Фенетол – бесцветная ◻◻◻ с характерным запахом;  $T_{\text{кип.}} = 169^{\circ}\text{C}$ .

.....  
\*Не пугайтесь, все символы на листе бумаги действительно пропечатались как надо – исходная книга довольно старая и часть информации уже безвозвратно утеряна.

### Вопросы:

1. Напишите уравнения **двух** ключевых происходящих реакций.
2. Рассчитайте выход фенетола в процентах от теоретического количества.
3. Данный способ получения простых эфиров открыт в 50-х гг. XIII века и ныне известен как реакция Вильямсона. А по какому механизму она протекает?
4. На рисунке справа приведены изображения установок отдельных этапов синтеза. Соотнесите пронумерованные части конструкций с их названиями из текста.
5. Предположите, в каком слое (**A** или **B**) находится органическая фаза с диэтиловым эфиром ( $\rho = 0.714$  г/мл), а в каком – водная фаза?
6. Воссоздайте методику в первоизданном виде: замените символы  $\blacksquare$   $\blacktriangleright$   $\bullet$   $\square$   $\blacktriangleleft$  отдельными словами, словосочетаниями или химическими формулами (помните, что количество символов никак не связано с длиной замены!).
7. В качестве осушающих реагентов в органическом синтезе часто используют безводные соли щелочных и щёлочноземельных металлов, такие как  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ . Расположите данные реагенты в порядке увеличения водоёмкости (*подсказка*: напишите их уравнения взаимодействия с водой).
8. Перегонка – метод разделения жидких смесей с целью получения чистых веществ в индивидуальном виде, основанный на различиях в температурах кипения компонентов. Установите соответствие между веществами (*индивидуально чистые*), необходимыми для синтеза Иннокентия, и их температурами кипения при атмосферном давлении.

Фенетол	Фенол	169°C	1935°C
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$	72°C	78°C
$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$	35°C	100°C
Na	$\text{CaCl}_2$	180°C	883°C