

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Олимпиада школьников по химии и химической технологии
«Потомки Менделеева» 2023/24 учебный год**

Комплект заданий экспериментального тура

Контактные данные

сайт: <https://malun.kpfu.ru/mendeleev>

telegram: <https://t.me/potomkimendeleeva>

email: ammoniy.olimpiada@mail.ru

тел.: +7(843)233-72-12

9 класс

Задания

Теоретическая часть

В 7 пронумерованных пробирках находятся растворы следующих веществ: Na_2SO_4 , Na_2HPO_4 , Na_2CO_3 , NaCl , KI , NaNO_3 , NaNO_2 .

1. Из предложенных Вам растворов выберите:

- а) растворы с кислой реакцией среды;
- б) растворы с близкой к нейтральной реакцией среды;
- в) растворы с щелочной реакцией среды;
- г) раствор, обесцвечивающий раствор KMnO_4 в кислой среде. Приведите уравнение реакции;
- д) раствор, желтеющий при длительном хранении на воздухе. Приведите уравнение реакции.

2. При помощи какого реагента можно отличить раствор соли натрия от раствора соли калия? Приведите один качественный реагент на ион калия или на ион натрия. Напишите соответствующее уравнение реакции.

3. Запишите уравнения реакций всех 7 веществ с BaCl_2 , AgNO_3 и HCl , отмечая характерные аналитические эффекты (выделение газа, выпадение осадка и т.д.) (11 реакций). Каким образом можно провести дополнительную идентификацию раствора NaNO_2 , используя только разбавленный раствор HCl и вещество, содержащееся в одной из неизвестных пробирок? Напишите уравнение реакции и опишите аналитический эффект.

Экспериментальная часть

Используя выданные реактивы и оборудование, идентифицируйте вещества в пробирках.

Реактивы: 0.5M BaCl_2 , 0.5M AgNO_3 , 1M HCl .

Оборудование: штатив с пробирками, склянки с реактивами, пипетка Пастера, стакан с дистиллированной водой для промывания пипетки.

10 класс

Задания

Анализ смесей катионов

В двух пронумерованных пробирках находятся смеси катионов, причем в первой пробирке два из следующих: Ca^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ , а во второй – три из следующих: Fe^{3+} , Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} .

Теоретическая часть

1. Заполните пропуски в методике по анализу содержимого первой пробирки, напишите уравнения соответствующих реакций:

«К половине анализируемой смеси добавляют 2М HCl (реакция 1-2) и фильтруют. Осадок на фильтре может содержать **ПРОПУСК 1** и **ПРОПУСК 2**.

К части фильтрата добавляют дихромат калия. Выпадение осадка свидетельствует о наличии **ПРОПУСК 3** (реакция 3).

К другой части фильтрата добавляют 2М раствор NaOH , приготовленный в инертной атмосфере. При выпадении осадка можно утверждать о наличии в анализируемом растворе **ПРОПУСК 4** (реакция 4).

Осадок на фильтре, полученный в самом начале, промывают горячей дистиллированной водой. В фильтрате может содержаться **ПРОПУСК 5**, который обнаруживают соответствующей реакцией с KI (реакция 5)».

2. Заполните пропуски в методике по систематическому анализу смеси во второй пробирке и напишите уравнения соответствующих реакций.

«В отдельной порции раствора проводят реакцию с желтой кровяной солью. При выпадении осадка синего цвета делают вывод о наличии **ПРОПУСК 6** (реакция 1)

К исследуемому раствору прибавляют двукратное по объему количество раствора щелочи. Осадок отфильтровывают. В осадке гидроксиды катионов **ПРОПУСК 7** (всего 5 катионов), в растворе – амфотерные катионы **ПРОПУСК 8** (всего 3 катиона) в виде гидроксокомплексов. Анализу подвергаются и фильтрат, и осадок.

Фильтрат подкисляют уксусной кислотой для разрушения гидроксокомплексов, выпадение белого осадка при этом говорит о наличии **ПРОПУСК 9**. Затем в отдельных порциях раствора проводят дробное обнаружение соответствующих катионов: для обнаружения **ПРОПУСК 10** используют реакцию с перекисью водорода в щелочной среде при нагревании (реакция 2), при этом наблюдается желтое окрашивание; для определения **ПРОПУСК 11** можно использовать реакции с желтой и красной кровяными солями в слабокислой среде: выпадут осадки белого и персикового цветов соответственно (реакции 3-4).

Осадок, полученный ранее, промывают холодной дистиллированной водой (на фильтре), затем обрабатывают раствором аммиака, собирая фильтрат в чистую пробирку. Васильково-синий цвет фильтрата обусловлен присутствием **ПРОПУСК 12**. Остаток на фильтре растворяют 2М HCl , собирая фильтрат в другую пробирку.

К отдельной порции аммиачного фильтрата добавляют диметилглиоксим. Выпадение ярко-алого осадка означает присутствие **ПРОПУСК 13**.

К другой порции аммиачного фильтрата добавляют твердый роданид аммония. Появление сине-фиолетовой окраски свидетельствует о наличии **ПРОПУСК 14**.

В чистую пробирку добавляют на кончике шпателя PbO_2 и 1-2 мл HNO_3 и кипятят 1-2 минуты, после чего в пробирку вносят небольшое количество фильтрата, полученного при растворении осадка в соляной кислоте, после чего снова кипятят 1-2 минуты. При появлении розово-фиолетовой окраски можно сделать вывод о наличии **ПРОПУСК 15** (реакция 5)».

Практическая часть

Используя выданные вам реактивы и оборудование, идентифицируйте все катионы в каждой из выданной пробирок.

11 класс

Задания

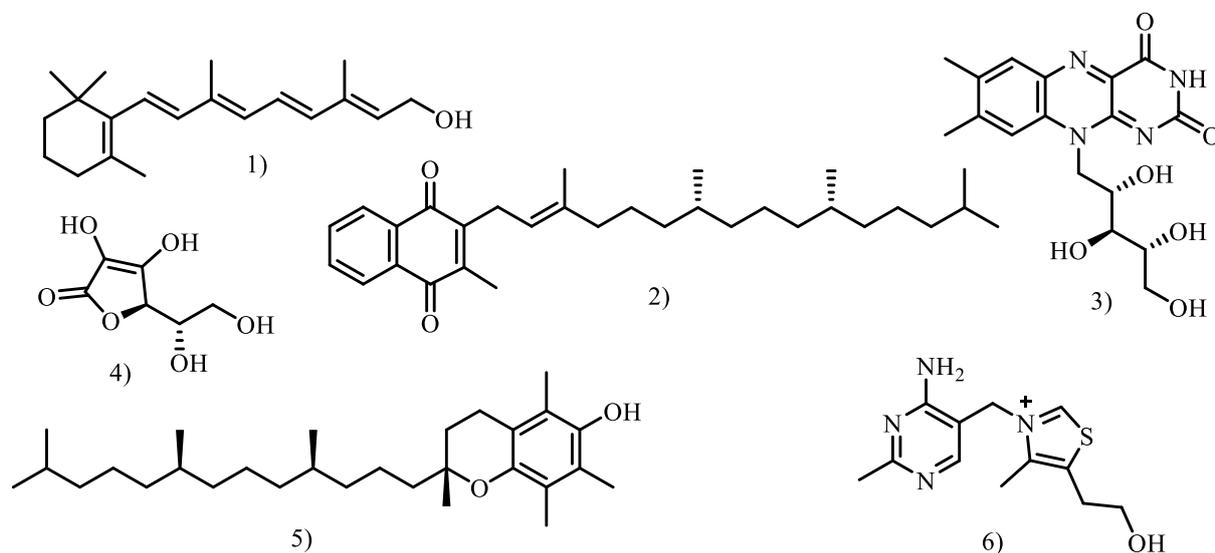
Теоретическая часть

Все мои сюжеты по твоим картинкам

Девочка — разноцветная витаминка

Витамины играют важную роль в организме: регулируют обмен веществ, выполняют каталитическую функцию в составе активных центров различных ферментов, способствуют нормальному росту клеток и развитию всего организма, играют роль прогормонов и гормонов в организме. Концентрация витаминов в тканях и суточная потребность в них невелики, но при недостаточном поступлении витаминов в организме начинается авитаминоз, вследствие чего снижается работоспособность человека, сопротивляемость организма к заболеваниям и действию неблагоприятных факторов окружающей среды, развиваются патологии, свойственные недостатку конкретного витамина. Большинство витаминов не синтезируются в организме человека и полностью должны поступать с пищей. Однако иногда, ввиду различных обстоятельств, человек может не иметь доступа к продуктам питания, в которых содержатся необходимые витамины, или к обилию солнечного света, необходимому для образования витамина D. В таком случае на помощь могут прийти различные лекарственные препараты или пищевые добавки, богатые витаминами. Одним из наиболее известных примеров является драже “Ревит”, которое часто дают детям.

1. Ниже представлены некоторые из витаминов. Определите среди них витамины А, В₁, В₂ и С, содержащиеся в “Ревите”.



Некоторые из витаминов попадают в организм в форме неактивных предшественников — провитаминов — и далее превращаются в активную форму. Так, например, витамин А не содержится в продуктах растительного происхождения, однако во многих овощах и фруктах есть его предшественник β -каротин.

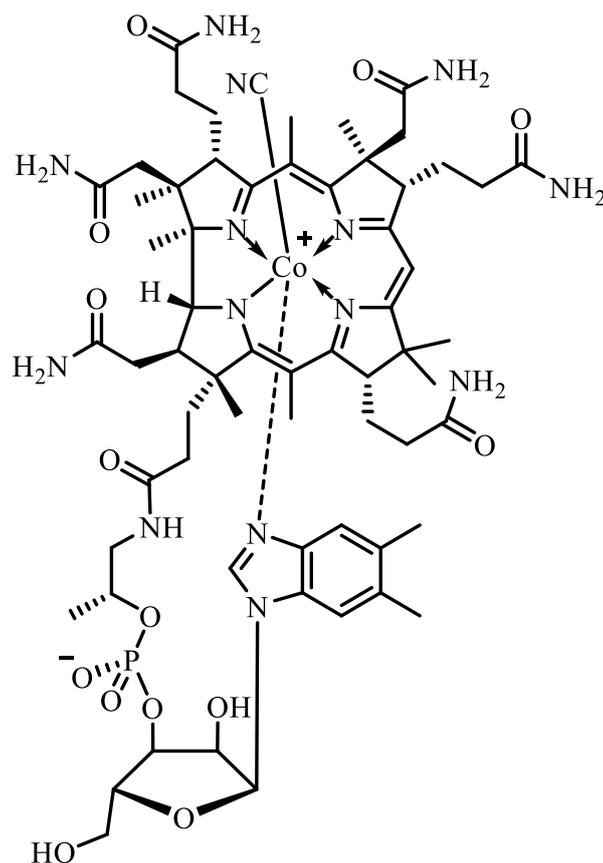
2. Назовите хотя бы один продукт, в котором содержится β -каротин. К каким болезням может привести недостаток витамина А? Витамина С? Витамина D?

3. В состав многих белков и ферментов могут входить различные ионы металлов. Так, ни для кого не секрет наличие железа в гемоглобине или магния в хлорофиллах. В витамине В₁₂ также присутствует ион металла кобальта. Норма витамина В₁₂ в крови составляет 197-771 пикограмм на миллилитр. Считая, что в организме взрослого человека около 5 литров крови, а также что витамин В₁₂ – единственная форма, в которой кобальт существует в организме, установите диапазон значений масс кобальта, содержащихся в крови. Структурная формула витамина В₁₂ приведена на схеме.

Для расчетов используйте следующие значения относительных атомных масс элементов:

Элемент	A _r , а.е.м.
C	12.011
N	14.007
O	15.999
H	1.008
Co	58.933
P	30.974

(Пикограмм – 10⁻¹² грамма)



Экспериментальная часть

Тонкослойная хроматография – один из наиболее широко используемых хроматографических методов. В данной работе вы будете использовать метод восходящей тонкослойной хроматографии. Метод основан на движении подвижной фазы вдоль неподвижной за счет капиллярного эффекта. Неподвижную фазу называют сорбентом, в нашем случае это тонкий слой мелкодисперсного оксида кремния. Подвижную фазу в хроматографии называют элюентом. Элюент – это, как правило, растворитель или смесь нескольких растворителей, в нашем случае – 70%-ный раствор этанола.

Принцип работы любого хроматографического метода основан на различии констант распределения компонентов между подвижной и неподвижной фазой. Чем хуже компонент растворяется в элюенте и чем лучше он сорбируется на неподвижной фазе, тем медленнее он движется по отношению к неподвижной фазе, вплоть до полной остановки. Чем лучше компонент растворяется в элюенте и чем хуже он сорбируется на неподвижной фазе, тем быстрее он движется относительно неподвижной фазы. Таким образом достигается разделение компонентов системы в пространстве, благодаря чему их можно изолировать, идентифицировать и анализировать.

В стакан на 100 мл с помощью цилиндра на 10 мл налейте 5-6 мл спирта, поставьте в него кусочек фильтровальной бумаги так, чтобы он пропитался элюентом, накройте стакан чашкой Петри. Пока камера насыщается парами элюента, подготовьте хроматографическую

пластинку. Возьмите нарезанные пластинки для тонкослойной хроматографии и разметьте их простым карандашом, как показано на рисунке 1.

ВНИМАНИЕ: не нажимайте на карандаш слишком сильно, чтобы не стереть с пластинки слой сорбента. Постарайтесь не сгибать и не ронять пластинку. Также не стоит трогать сорбент пальцами, это может помешать эксперименту.

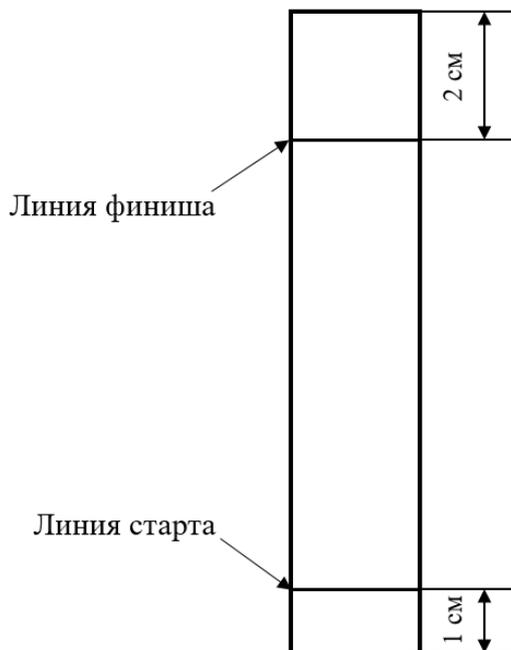


Рис. 1. Разметка хроматографической пластинки.

В ступку поместите 5 драже и измельчите их пестиком до состояния равномерного порошка. В чистый мерный цилиндр налейте 4 мл CCl_4 и доведите объем до 5 мл петролейным эфиром. Полученную смесь налейте в ступку с измельченными драже и тщательно перемешайте пестиком. К полученной смеси добавьте 5 мл дистиллированной воды и еще раз тщательно перемешайте. Перелейте полученную смесь в стаканчик на 20 мл, по возможности оставив часть осадка в ступке.

Отделите нижний органический слой с помощью пипетки. Опустите носик пипетки в нижнюю фазу, немного продуйте пипетку грушей, чтобы не допустить попадания водной фазы в пипетку, отберите ~2 мл нижнего раствора и перелейте во второй стаканчик.

Окуните носик для дозатора в полученный раствор. Не затыкайте его пальцем, чтобы не забрать слишком много раствора. Нанесите каплю раствора на пластинку в левой части линии старта. Сделайте это так, чтобы хватило места для второй капли, и чтобы размер пятна на пластинке был не больше 5 мм (чем меньше капля, тем лучше). Для удобства можете потренироваться на кусочке фильтровальной бумаги.

Содержимое стаканчика с органической фазой вылейте обратно в первый стаканчик, пустой стаканчик вымойте и высушите с помощью фильтровальной бумаги. Возьмите кусочек ваты и оберните им носик пипетки. Отберите ~2 мл верхней водной фазы, придерживая вату пальцами, и перелейте их в чистый стаканчик, убрав вату с носика

пипетки. Новым носиком для дозатора нанесите каплю водного раствора на правую часть стартовой линии пластинки.

Пластинку с нанесенными пробами аккуратно поместите в хроматографическую камеру, держа ее за верхнюю часть. Убедитесь, что пластинка стоит вертикально, а фронт элюента ровный и горизонтальный. Дождитесь, пока элюент достигнет финишной линии, и извлеките пластинку из камеры.

Высушите пластинку на воздухе и поместите пластинку в камеру УФ-лампы. Включите режим 365 нм и отметьте все темные пятна на пластинке. Включите режим 254 нм и отметьте флюоресцирующие пятна на пластинке. Измерьте линейкой расстояние между стартом и финишем и длину пробега для каждого пятна (расстояние от линии старта до центра пятна). Рассчитайте величины R_f для каждого пятна по формуле (l_0 – расстояние между стартом и финишем):

$$R_f = \frac{l_{\text{п я т н а}}}{l_0}$$

Запишите результаты в таблицу, постарайтесь сопоставить значения R_f пятен с витаминами, которым они могут соответствовать. *Подсказка:* чем лучше вещество взаимодействует с сорбентом, тем значение R_f меньше. Чем лучше вещество взаимодействует с элюентом, тем значение R_f больше.