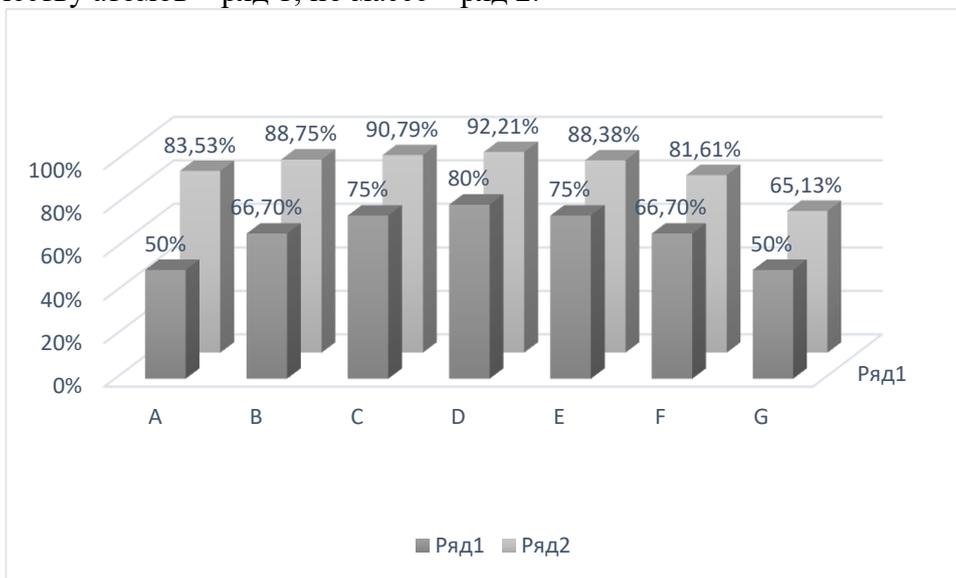


Задания многопрофильной олимпиады КГУ «Твой выбор» по химии

8 класс

1. Семь бинарных соединений хлора А, В, С, D, E, F, G, каждое содержит элемент 2-го периода. Содержание хлора в соединениях отражает диаграмма: по количеству атомов – ряд 1; по массе – ряд 2.



1.1. Выполните необходимые расчеты и на их основе приведите формулы соединений А-Г.

1.2. Укажите валентность хлора и других элементов в составе этих соединений.
Максимум 36 баллов

2. *Similia similibus curantur* (симилия симилибус курантур) (лат.) - сформулированный в Древнем Риме медицинский принцип: "Подобное излечивается подобным", *Similis simili gaudet* (симилис симили гаудет) – «подобное радуется подобному». Оба эти изречения химиками понимаются как: «подобное растворяется в подобном».

Вода и углеводород гексан – две очень плохо растворимые друг в друге жидкости. При попытке смешивания этих жидкостей получается гетерогенная система, которая в покое расслаивается на 2 жидкие фазы. Какая жидкость в такой системе будет располагаться сверху? Почему?

Растворимость йода в воде при 25°C составляет 0,34 г/л, а в углеводороде – гексане – 8,72 г/л.

2.1. Какая масса воды и гексана потребуется для растворения в указанных условиях 0,5 г йода? Какой из растворителей более «подобен» йоду?

2.2. Выразите концентрации йода в насыщенных растворах в воде (А) и в гексане (В) в %.

Закон распределения Нернста гласит что, отношение концентраций растворенного вещества X между двумя ограниченно растворимыми друг в друге жидкостями (1 и 2) – есть величина постоянная, которая называется коэффициентом распределения:

$$D(X) = \frac{C(X)_2}{C(X)_1}$$

Образующаяся при этом система из 2-х жидких фаз находится в равновесии, т.е. ее состав остается неизменным, если на систему не воздействовать извне.

2.3. Что произойдет если:

- в закрытую пробирку поместить по 5 мл растворов А и В;
- в закрытую пробирку поместить 5 мл водного раствора А и 5 мл чистого гексана;
- в закрытую пробирку поместить 5 мл гексанового раствора В и 5 мл чистой воды,

Температура при смешивании остается неизменной, растворы в закрытой пробирке интенсивно перемешивали при встряхивании, затем оставили в покое до установления равновесия? В каких случаях концентрация йода в воде и гексане изменится? Ответ подтвердите расчетом или текстом.

Максимум 28 баллов

3. Стекла на основе свинцово-боратной системы относятся к классу легкоплавких оксидных стекол. Благодаря своим уникальным свойствам (низкие температуры размягчения, высокая плотность, хорошая адгезия) они широко распространены в качестве покрытий для металлов, полупроводников и керамики.

При окраске стекла применяют главным образом оксиды различных металлов, образующие в стекле с кремнеземом окрашенные силикаты. Если стекло содержит борную кислоту, то таким же образом могут образовываться окрашенные бораты. Силикаты и бораты, растворяясь в массе стекла, сообщают ему ту или иную окраску точно также, как различные цветные соли, растворяясь в воде, окрашивают ее. Оксид свинца чрезвычайно усиливает цвет стекла и дает особенно яркие оттенки. Состав синего свинцово-боратного стекла в % по массе: $\text{SiO}_2 - 10$; $\text{B}_2\text{O}_3 - 20$; $\text{PbO} - 70$; $\text{CoO} - 0,1$.

Для его получения используют следующие сырьевые материалы:

Сурик - это смешанный оксид свинца (II) (IV), основным сырьевым материалом, с помощью которого в состав стекла вводится оксид свинца. По внешнему виду это порошок от яркокрасного до оранжевого цвета в зависимости от способов получения. При высокой температуре сурик разлагается с выделением кислорода и переходит в оксид свинца (II).

Ортоборная кислота – кристаллическое вещество, имеющее вид жирных, блестящих чешуек или бесцветных мелких кристаллов, при высокой температуре разлагается на оксид бора и воду, таким образом в стекло вводится оксид бора (борный ангидрид).

Силикагель – сырье, через которое в стекло можно ввести оксид кремния. Это белый аморфный порошок оксида с сильно развитой поверхностью, плотность $2,70-2,65 \text{ г/см}^3$, температура плавления $1500-1700 \text{ }^\circ\text{C}$.

Оксид кобальта (II)(III), серо-чёрные кристаллы, не растворимые в воде. При нагревании в ходе варки стекла образует соединения кобальта (II), окрашивающее стекло в синий цвет.

Сырьевые компоненты взвешивают и тщательно смешивают в необходимых пропорциях по массе – готовят шихту, которую затем помещают в печь, нагревают и выдерживают при температуре $600-700\text{C}$, затем медленно охлаждают.

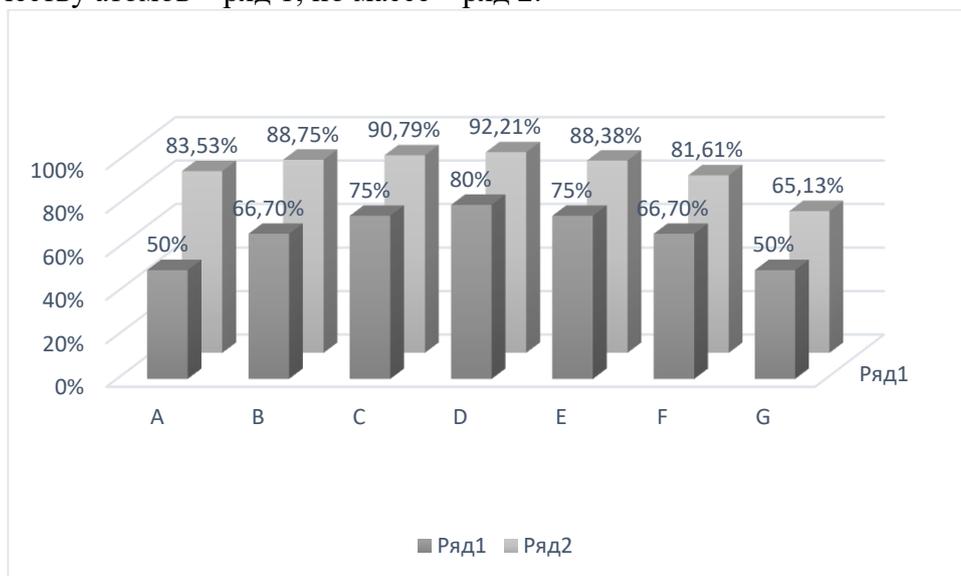
3.1. Приведите уравнения реакций, протекающих при варке стекла с участием основных веществ в составе сырья, при этом учитывайте, что образуются оксиды, силикаты и бораты.

3.2. Произведите расчет массы сырьевых компонентов шихты (смесь исходных материалов) для получения 10 г стекла, при этом учитывайте, что взвешивание производят на аналитических весах (точность взвешивания $\pm 0,0002 \text{ г}$). При расчете учитывайте потери, в среднем в процессе варки стекла улетучивается следующее количество оксидов, %: $\text{PbO} - 1,4 \%$, $\text{B}_2\text{O}_3 - 15 \%$, $\text{Na}_2\text{O} - 3,2 \%$.

Максимум 36 баллов

9 класс

1. Семь бинарных соединений хлора А, В, С, D, E, F, G, каждое содержит элемент 2-го периода. Содержание хлора в соединениях отражает диаграмма: по количеству атомов – ряд 1; по массе – ряд 2.



1.1. Выполните необходимые расчеты и на их основе приведите формулы соединений А-Г. Назовите вещества А-Г.

Какие из этих веществ растворяются в воде, а какие нет, если навески А-Г по 1,2 г помещали в 5 мл холодной дистиллированной воды? Почему?

1.2. Растворы каких веществ при этом образуются? Назовите вещества в растворе, приведите уравнения реакций с водой, в результате которых состав исходного вещества меняется.

1.3. Какие из полученных растворов проводят ток? Почему? Приведите уравнения процесса, объясняющего электропроводность.

1.4. В каких из полученных растворов индикаторы меняют свою окраску? Какие индикаторы вы предполагаете использовать? Чем обусловлено изменение окраски?

Максимум 33 балла

2. *Similia similibus curantur* (симилия симилибус курантур) (лат.) - сформулированный в Древнем Риме медицинский принцип: "Подобное излечивается подобным", *Similis simili gaudet* (симилис симили гаудет) – «подобное радуется подобному». Оба эти изречения химиками понимаются как: «подобное растворяется в подобном».

Вода и углеводород гексан – две очень плохорастворимые друг в друге жидкости. При попытке смешивания этих жидкостей получается гетерогенная система, которая в покое расслаивается на 2 жидкие фазы. Какая жидкость в такой системе будет располагаться сверху? Почему?

Растворимость йода в воде при 25°C составляет 0,34 г/л, а в углеводороде – гексане – 8,72 г/л.

2.1. Какая масса воды и гексана потребуется для растворения в указанных условиях 0,5 г йода? Какой из растворителей более «подобен» йоду? Какова окраска полученных растворов?

2.2. Выразите концентрации йода в насыщенных растворах в воде (А) и в гексане (В) в %.

Закон распределения Нернста гласит что между двумя ограниченно растворимыми друг в друге жидкостями (1 и 2) растворимое вещество X распределяется так что, отношение концентраций X в фазах 1 и 2 есть величина постоянная, которая называется коэффициентом распределения:

$$D(X)=C(X)_2/C(X)_1.$$

Образующаяся при этом система из 2-х жидких фаз находится в равновесии, т.е. ее состав остается неизменным, если на систему не воздействовать извне.

2.3. Рассчитайте коэффициент распределения йода, фазы 1 и 2 подберите так, чтобы коэффициент был больше единицы.

2.4. Что произойдет если:

а) в закрытую пробирку поместить по 5 мл растворов А и В;

б) в закрытую пробирку поместить 0,1 г йода кристаллического и по 5 мл растворов А и В;

в) в закрытую пробирку поместить 5 мл раствора А и 5 мл чистого гексана;

г) в закрытую пробирку поместить 5 мл раствора В, полученного из 0,5 г йода и 5 мл чистой воды, температура при смешивании остается неизменной, растворы в закрытой пробирке интенсивно перемешивали при встряхивании, затем оставили в покое до установления равновесия? В каких случаях концентрация йода в воде и гексане изменится? Ответ подтвердите расчетом или текстом.

2.5. Какие из водных растворов из заданий а-г, получившихся при установлении равновесия дают реакцию (характерное синее окрашивание раствора) при добавлении 1 капли в 1 мл 0,5 %-ного раствора крахмала, если она удаётся с 10 мкг йода? Объем одной капли примерно 0,03 мл. Ответ подтвердите расчетом.

Максимум 33 балла

3. Бинарное кристаллическое вещество темно-красного цвета X при постепенном добавлении раствора щелочи Y (катион в составе щелочи окрашивает пламя в синий цвет) образует раствор вещества Z оранжевого цвета (1), который при дальнейшем добавлении Y меняет свой цвет на лимонно-желтый за счет вещества P (2).

Если на небольшую порцию раствора Z подействовать в среде серной кислоты раствором пероксида водорода можно получить неустойчивое в воде вещество Q синего цвета (3), которое разлагается с образованием раствора вещества M сине-зеленого цвета (4), если ту же операцию проделать в щелочной среде с P – образуется вещество R коричневого цвета (5).

Если на концентрированный раствор Z в кислой среде подействовать щавелевой кислотой, то при последующем небольшом упаривании и охлаждении раствора выпадают красивые фиолетовые кристаллы N (6).

Раствор M при постепенном подщелачивании образует осадок K (7), который затем растворяется с образованием зеленого раствора L (8).

При действии на P в щелочной среде сульфитом удаётся получить голубой раствор I (9), только случае небольшого недостатка или строгоэквивалентного количества восстановителя.

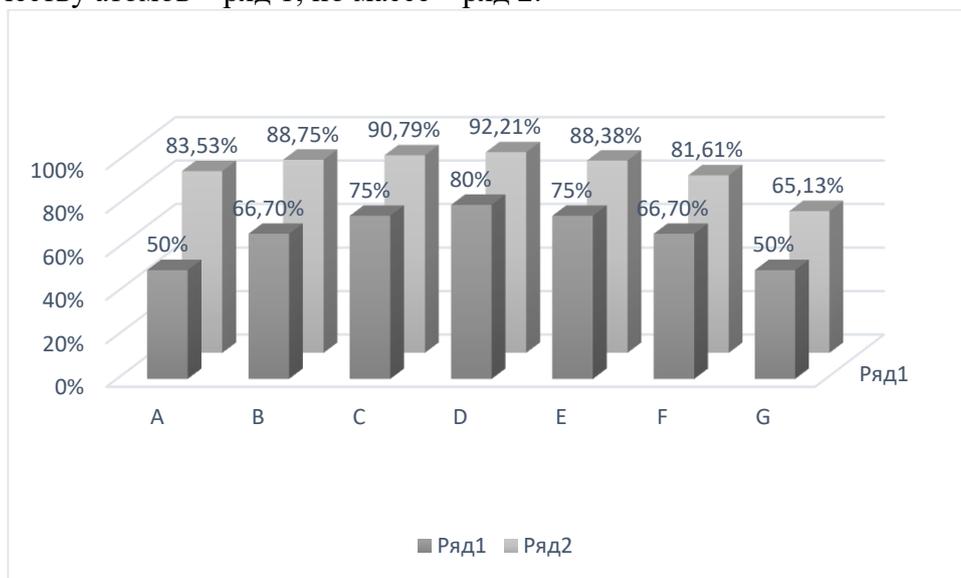
Назовите вещества (X Y Z P Q R N M R K L I) и приведите их формулы и уравнения реакций (1-9).

Предложите еще одну реакцию с участием любого из веществ, в ходе которой цвет продукта отличался бы от цвета реагента, опишите условия ее проведения, составьте уравнение реакции и назовите вещество.

Максимум 34 балла.

10 класс

1. Семь бинарных соединений хлора А, В, С, D, E, F, G, каждое содержит элемент 2-го периода. Содержание хлора в соединениях отражает диаграмма: по количеству атомов – ряд 1; по массе – ряд 2.



Выполните необходимые расчеты и на их основе приведите формулы соединений А-Г. Назовите вещества А-Г.

Какие из этих веществ растворяются в воде, а какие нет, если навески А-Г по 1,2 г помещали в 5 мл холодной дистиллированной воды? Почему?

Растворы каких веществ при этом образуются? Назовите вещества, образующиеся при взаимодействии с водой, приведите уравнения реакций, в результате которых состав исходного вещества меняется.

Если для растворения навесок А-Г по 1,2 г использовали по 150 мл воды, при растворении какого из веществ будет получен раствор с наименьшим и наибольшим рН, рассчитайте или обоснуйте значения рН.

Максимум 33 балла.

2. *Similia similibus curantur* (симилия симилибус курантур) (лат.) - сформулированный в Древнем Риме медицинский принцип: "Подобное излечивается подобным", *Similis simili gaudet* (симилис симили гаудет) – «подобное радуется подобному». Оба эти изречения химиками понимаются как: «подобное растворяется в подобном».

Вода и углеводород гексан – две очень плохорастворимые друг в друге жидкости. При попытке смешивания этих жидкостей получается гетерогенная система, которая в покое расслаивается на 2 жидкие фазы. Какая жидкость в такой системе будет располагаться сверху? Почему?

Растворимость йода в воде при 25°C составляет 0,34 г/л, а в углеводороде – гексане – 8,72 г/л.

2.1. Какая масса воды и гексана потребуется для растворения в указанных условиях 0,5 г йода? Какой из растворителей более «подобен» йоду? Какова окраска полученных растворов? Выразите концентрации йода в насыщенных растворах в воде (А) и в гексане (В) в %.

Закон распределения Нернста гласит что между двумя ограниченно растворимыми друг в друге жидкостями (1 и 2) растворимое вещество X распределяется так что, отношение концентраций X в фазах 1 и 2 есть величина постоянная, которая называется коэффициентом распределения:

$$D(X) = C(X)_2 / C(X)_1.$$

Образующаяся при этом система из 2-х жидких фаз находится в равновесии, т.е. ее состав остается неизменным, если на систему не воздействовать извне.

2.2. Рассчитайте коэффициент распределения йода, фазы 1 и 2 подберите так, чтобы коэффициент был больше единицы.

2.3. Что произойдет если:

- а) в закрытую пробирку поместить по 5 мл растворов А и В;
- б) в закрытую пробирку поместить 5 мл водного раствора А и 5 мл чистого гексана;
- в) в закрытую пробирку поместить 5 мл водного раствора А и 2,5 мл чистого гексана, после установления равновесия отобрать 2,5 мл гексанового раствора и добавить новую порцию гексана объемом 2,5 мл и повторить процедуру;
- г) в закрытую пробирку поместить 5 мл раствора В и 5 мл чистой воды, температура при смешивании остается неизменной, растворы в закрытой пробирке интенсивно перемешивали при встряхивании, затем оставили в покое до установления равновесия? В каких случаях концентрация йода в воде и гексане изменится? Ответ подтвердите расчетом или текстом.

2.4. Экстракцией называют процесс практически полного переноса растворенного вещества из раствора в одном растворителе в раствор в другом растворителе, обладающем большим сродством к растворенному веществу. В каком из случаев (а-г) наблюдается экстракция йода из одного раствора в другой? Какая часть йода экстрагируется? Рассчитайте степень извлечения в процентах от первоначального количества йода.

2.5. Какие из водных растворов из заданий а-г, получившихся при установлении равновесия дают реакцию (характерное синее окрашивание раствора) при добавлении 1 капли в 1 мл 0,5 %-ного раствора крахмала, если она удается с 10 мкг йода? Объем одной капли примерно 0,03 мл.

Максимум 33 балла.

3. Приведите формулу и назовите оптически активный углеводород X в составе которого количество протонов относится к количеству нейтронов как $8/6$, а плотность паров при стандартном давлении и 77°C $2,924$ г/л. Чем обусловлена его оптическая активность? Приведите формулы оптических изомеров.

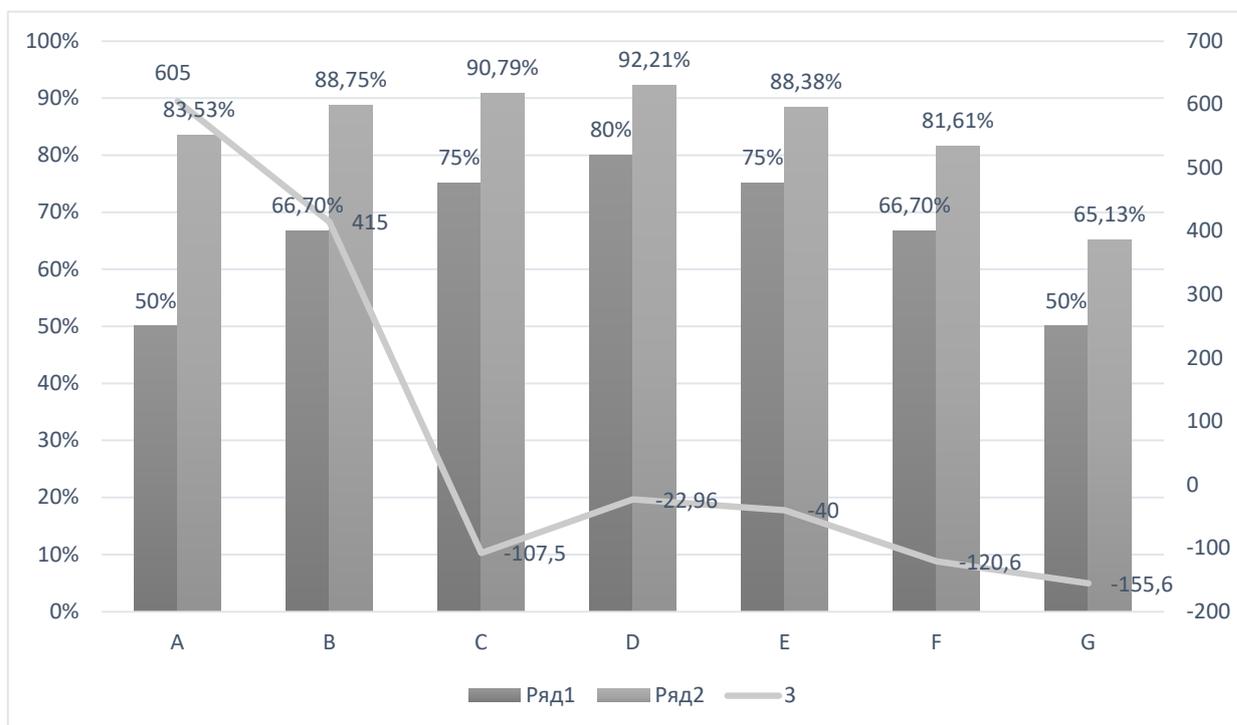
В ходе реакции X с бромоводородом в различных условиях были получены монобромзамещенные алканы, которые отличаются положением брома Y и Z, затем их подвергли дегидрогалогенированию. Обладают ли продукты дегидрогалогенирования оптической активностью? Приведите уравнения реакций, укажите условия их протекания. Назовите Y, Z и продукты дегидрогалогенирования.

Для вещества X приведите формулы: а) изомера по строению углеродного скелета; б) изомера по положению кратной связи; в) межклассового изомера; г) 2-х изомеров, являющихся друг для друга геометрическими изомерами. Назовите вещества.

Максимум 34 балла

11 класс

1. Семь бинарных соединений хлора А, В, С, D, E, F, G, каждое содержит элемент 2-го периода. Представленная ниже диаграмма отражает для соединений А-Г значения температуры плавления в °С (ряд 3), содержания хлора: по количеству атомов – ряд 1; по массе – ряд 2.



1.1. Выполните необходимые расчеты и на их основе приведите формулы соединений А-Г. Назовите вещества А-Г.

1.2. Чем обусловлена такая динамика изменения температуры плавления веществ А-Г?

1.3. Какие из этих веществ растворяются в воде, а какие нет, если навески А-Г по 1,2 г помещали в 5 мл холодной дистиллированной воды? Почему? Растворы каких веществ при этом образуются? Назовите вещества, образующиеся при взаимодействии с водой, приведите уравнения реакций, в результате которых состав исходного вещества меняется. В каком из растворов самый низкий и самый высокий рН? Ответ обоснуйте расчетом или текстом.

1.4. Какой из полученных растворов обладает наиболее выраженными окислительными свойствами? Приведите уравнения реакций этого раствора с: а) йодидом калия; б) пероксидом водорода.

Максимум 33 балла.

2. *Similia similibus curantur* (симилия симилибус курантур) (лат.) - сформулированный в Древнем Риме медицинский принцип: "Подобное излечивается подобным", *Similis simili gaudet* (симилис симили гаудет) – «подобное радуется подобному». Оба эти изречения химиками понимаются как : «подобное растворяется в подобном».

2.1. Вода и углеводород гексан – две очень плохорастворимые друг в друге жидкости. При попытке смешивания этих жидкостей получается гетерогенная система, которая в покое расслаивается на 2 жидкие фазы. Какая жидкость в такой системе будет располагаться сверху? Почему?

2.2. Растворимость йода в воде при 25°C составляет 0,34 г/л, а в углеводороде – гексане – 8,72 г/л. Какая масса воды и гексана потребуется для растворения в указанных условиях 0,5 г йода? Какой из растворителей более «подобен» йоду? Какова окраска полученных растворов? Выразите концентрации йода в насыщенных растворах в воде (А) и в гексане (В) в %.

Закон распределения Нернста гласит что между двумя ограниченно растворимыми друг в друге жидкостями (1 и 2) растворимое вещество X распределяется так что, отношение концентраций X в фазах 1 и 2 есть величина постоянная, которая называется коэффициентом распределения:

$$D(X)=C(X)_2/C(X)_1 .$$

Образующаяся при этом система из 2-х жидких фаз находится в равновесии, т.е. ее состав остается неизменным, если на систему не воздействовать извне.

2.3. Рассчитайте коэффициент распределения йода, фазы 1 и 2 подберите так, чтобы коэффициент был больше единицы.

Что произойдет если:

- а) в закрытую пробирку поместить по 5 мл растворов А и В;
- б) в закрытую пробирку поместить 5 мл водного раствора А и 5 мл чистого гексана;
- в) в закрытую пробирку поместить 5 мл водного раствора А и 2,5 мл чистого гексана, после установления равновесия отобрать 2,5 мл гексанового раствора и добавить новую порцию гексана объемом 2,5 мл и повторить процедуру;
- г) в закрытую пробирку поместить 5 мл раствора В и 5 мл чистой воды, температура при смешивании остается неизменной, растворы в закрытой пробирке интенсивно перемешивать при встряхивании, затем оставить в покое до установления равновесия? В каких случаях концентрация йода в воде и гексане изменится? Ответ подтвердите расчетом или текстом.

В каких случаях концентрация йода в воде и гексане изменится? Ответ подтвердите расчетом или текстом.

Экстракцией называют процесс практически полного переноса растворенного вещества из раствора в одном растворителе в раствор в другом растворителе, обладающем большим сродством к растворенному веществу.

В каком из случаев (а-г) наблюдается экстракция йода из одного раствора в другой? Какая часть йода экстрагируется? Рассчитайте степень извлечения в процентах от первоначального количества йода.

2.4. Какие из водных растворов из заданий а-г, получившихся при установлении равновесия дают реакцию (характерное синее окрашивание раствора) при добавлении 1 капли в 1 мл 0,5 %-ного раствора крахмала, если она удается с 10 мкг йода? Объем одной капли примерно 0,03 мл.

Окраску раствору придают клатраты йода – соединения включения молекул йода в спиралевидный линейные фрагменты амилозы (синий цвет максимум поглощения 600-670 нм), в сетчатой структуре амилопектина наблюдается дополнительная поверхностная адсорбция йода (красно-фиолетовое окрашивание с дополнительным максимумом светопоглощения 520-530 нм). При нагревании окрашенного раствора наблюдается его обратимое обесцвечивание.

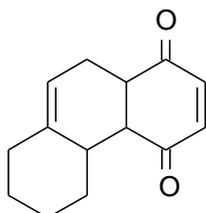
2.5. Почему характерное синее окрашивание дает только «заваренный» крахмал (готовят суспензию крахмала в небольшом объеме холодной воды, а затем заваривают кипящей водой при перемешивании так чтобы получить примерно 0,5-0,4%-ный раствор)? Почему при кратковременном нагревании синих растворов при температурах 35-55°C наблюдается их обесцвечивание, при этом синий цвет раствору можно вернуть при охлаждении?

2.6. В составе комплексов с амилопектином методами Raman- спектроскопии обнаружены ионы состава $[I_9]^{3-}$. Какова их структура?

Максимум 36 баллов.

3. Непредельные соединения вступают в реакцию присоединения с сопряженными диенами, известную как реакция Дильса-Альдера, в результате которой образуется связь между 1 и 4-м атомом углерода сопряженной диеновой системы и атомами углерода двойной связи в непредельном соединении с образованием 6-ти членного цикла. Непредельное соединение называют диенофилом. С большей легкостью она протекает при наличии электронодонорных групп в диене и электроноакцепторных групп в диенофиле. Реакция экзотермическая и часто выделение тепла наблюдается уже при смешивании реагентов.

Диен А в реакции Дильса-Альдера образует с п-бензхиноном циклоаддукт Б:



Приведите структурную формулу диена А, приведите уравнения реакций его получения из циклогексанола, ацетилен и неорганических реагентов, а также уравнение реакции Дильса-Альдера. Укажите условия протекания реакций.

Максимум 30 баллов