

ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

для участников

2 тур

2021–2022

Оглавление

Задания экспериментального тура	3
<i>Девятый класс</i>	<i>3</i>
<i>Десятый класс</i>	<i>5</i>
<i>Одиннадцатый класс.....</i>	<i>7</i>

Задания экспериментального тура

Девятый класс

Для демонстрации экспериментов химик Колбочкин приготовил 5 водных растворов эквимольных бинарных (двухкомпонентных) смесей веществ из следующего набора: HCl , NaOH , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NH_4Cl , ZnCl_2 , BaCl_2 . К сожалению, ночью в результате прорыва трубы с водой все этикетки оказались размыты. Помогите химику Колбочкину восстановить утраченные этикетки, определив составы растворов:

1. Для каждого из веществ укажите, с какими другими веществами данного набора оно может сосуществовать в водном растворе (без выпадения осадка, выделения газа, появления запаха и т.п.).
2. Заполните таблицу, указывая в ней реакцию среды водных растворов каждого из вышеуказанных веществ (кислая/слабокислая/нейтральная/щелочная) и аналитические признаки, сопровождающие их взаимодействие с предлагаемыми реактивами (выпадение осадка (\downarrow) / его растворение в избытке реактива (\downarrow р-ся в изб.) / выделение газа (\uparrow) и т.д. Отсутствие признаков взаимодействия обозначьте прочерком):

Реактив	Идентифицируемое вещество						
	HCl	NaOH	Na_2SO_4	Na_2CO_3	NH_4Cl	ZnCl_2	BaCl_2
HCl							
NaOH							помутн.*
Na_2SO_4							
BaCl_2		помутн.*					
Реакция среды							

*Помутнение возникает из-за реакции BaCl_2 с Na_2CO_3 , присутствующим в NaOH из-за поглощения CO_2 из воздуха.

*ВсОШ по химии, региональный этап
2021–2022 учебный год
Задания экспериментального тура*

3. Напишите уравнения реакций идентифицируемых веществ с реактивами, сопровождающихся возникновением аналитических признаков (6 реакций).
4. Используя индикаторную бумагу и предлагаемые реактивы, установите составы бинарных смесей в каждой из выданных Вам пронумерованных пробирок.

Реактивы:

0,5 М растворы HCl, NaOH, Na₂SO₄, BaCl₂, универсальная индикаторная бумага, дистиллированная вода.

Оборудование:

штатив с пробирками, пипетка Пастера, стакан для промывания пипетки, водяная баня.

Десятый класс

Химику Колбочкину необходимо провести количественный анализ раствора соляной кислоты методом кислотно-основного титрования. Но злоумышленники испортили анализируемый раствор, добавив в него 2 неизвестных вещества из следующего набора: NaOH, Na₂SO₄, Na₂SO₃, Na₂CO₃, NH₄Cl, ZnCl₂, BaCl₂, Al₂(SO₄)₃, NaCl. К счастью, химик смог установить, что за вещества были добавлены, и, несмотря на их присутствие, провести требуемый анализ. Повторите эксперимент Колбочкина:

1. Доведите анализируемый раствор в колбе до метки дистиллированной водой, закройте пробкой и тщательно перемешайте, многократно переворачивая колбу. Пипеткой Пастера отберите в чистые пробирки небольшие объемы анализируемого раствора и с помощью предложенных реактивов идентифицируйте неизвестные компоненты.
2. Запишите уравнения проведенных Вами реакций.
3. Объясните, почему, несмотря на присутствие в растворе соляной кислоты других веществ, ее концентрацию можно установить методом кислотно-основного титрования с индикатором метиловый оранжевый.
4. Используя стандартный раствор NaOH в качестве титранта, определите молярную концентрацию соляной кислоты в анализируемом растворе (после доведения его до метки). Объем аликвоты анализируемого раствора – 10,00 мл. Учтите, что для получения достаточно точного результата титрование следует повторить до достижения 3 результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл. По этим результатам рассчитайте средний объем титранта, *запишите его* в тетрадь и используйте для расчета концентрации кислоты.

*ВсОШ по химии, региональный этап
2021–2022 учебный год
Задания экспериментального тура*

Реактивы:

0,5 М растворы NaOH, Na₂SO₄, BaCl₂, универсальная или фенолфталеиновая индикаторная бумага, дистиллированная вода, стандартный раствор NaOH, раствор индикатора метиловый оранжевый (область перехода pH 3,1 – 4,4).

Оборудование:

штатив с пробирками, пипетка Пастера, водяная баня, стакан с дистиллированной водой для промывания пипетки, штатив для титрования, бюретка, пипетка Мора, резиновая груша или пипетатор, капельница с дистиллированной водой, воронка для бюретки, колба коническая для титрования.

Одиннадцатый класс

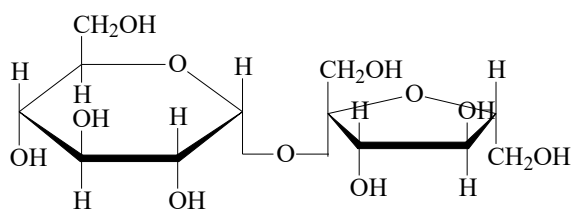
Углеводы – органические вещества, содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп. Название класса соединений происходит от словосочетания «гидраты углерода», оно было впервые предложено К. Шмидтом в 1844 году. Появление такого названия связано с тем, что первые из известных науке углеводов описывались брутто-формулой $C_x(H_2O)_y$, формально являясь соединениями углерода и воды. Сахара – другое название углеводов: моносахаридов, дисахаридов и олигосахаридов. Углеводы являются неотъемлемым компонентом клеток и тканей всех представителей растительного и животного мира, составляя (по массе) основную часть органического вещества на Земле. Источником углеводов для всех живых организмов является процесс фотосинтеза, осуществляемый растениями.

Теоретическое задание

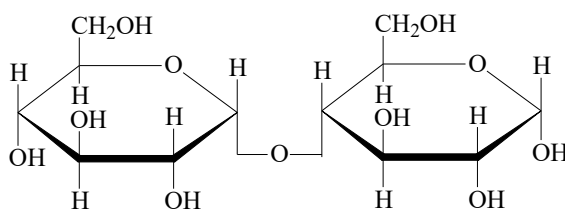
1) Приведите общепринятое название следующих углеводов:

- а) виноградный сахар -
- б) плодовый сахар -
- в) молочный сахар -
- г) обычный пищевой сахар -
- д) солодовый сахар -
- е) тростниковый сахар -
- ж) сахар крови -
- з) декстроза -
- и) левулоза -
- к) микоза –

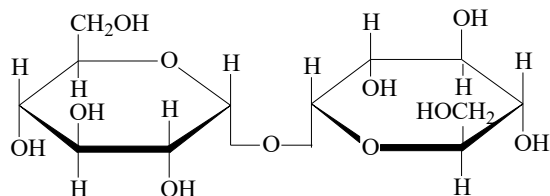
2) Среди четырех приведенных ниже дисахаридов укажите восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Ответ поясните.



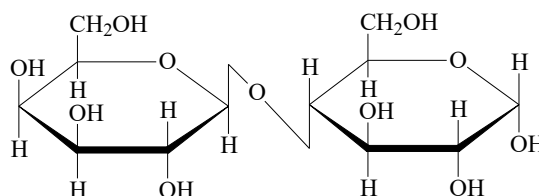
Сахароза



Мальтоза

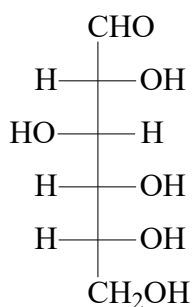


Трегалоза

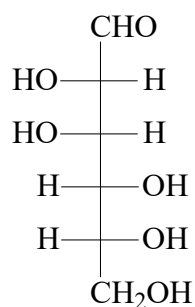


Лактоза

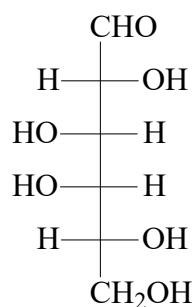
3) Какие из приведенных ниже альдогексоз являются, а какие не являются эпимерами? Эпимерами называются диастереомеры, различающиеся конфигурацией только при одном асимметрическом атоме углерода



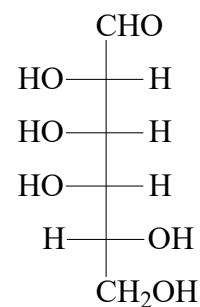
D-глюкоза



D-манноза



D-галактоза



D-талоза

- а) глюкоза и манноза -
- б) глюкоза и галактоза -
- в) глюкоза и талоза -
- г) манноза и галактоза -
- д) манноза и талоза -
- е) галактоза и талоза -

Практическое задание

В мерной колбе перед Вами находится раствор с неизвестным содержанием глюкозы. Проведите определение этого углевода методом окислительно-восстановительного титрования и вычислите массу (z) глюкозы в мерной колбе.

Напишите уравнения всех протекающих в ходе анализа реакций.

Реактивы:

CuSO_4 (0,04 М), тартрат калия, $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (0,5 М подщелоченный раствор), KI (5%-ный раствор), H_2SO_4 (1 М), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,0500 М стандартный раствор), крахмал (1%-ый раствор).

Оборудование:

мерная колба с раствором глюкозы, пробка для мерной колбы, пипетка Мора на 10,00 мл, резиновая груша или пипетатор, капельница с дистиллированной водой, маркированная колба для титрования – 3 шт, бюретка на 25 мл с раствором CuSO_4 , мерный цилиндр на 10 мл для раствора $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$, мерный цилиндр на 25–50 мл для раствора KI, мерный цилиндр на 10–25 мл для раствора H_2SO_4 , бюретка на 25 мл, электроплитка, резиновые напальчники, капельница с раствором крахмала.

Методика определения

Анализируемый раствор в мерной колбе емкостью 100,0 мл разбавляют до метки водой. Пипеткой Мора отбирают 10,00 мл раствора в колбу для титрования, из бюретки добавляют 10,00 мл раствора сульфата меди, мерным цилиндром 3 мл подщелоченного раствора тартрата калия и перемешивают. Образовавшийся темно-синий раствор (*реакция 1*) нагревают на плитке или горелке и кипятят 2–3 мин. При этом выделяется желтый осадок, переходящий в красный (*реакция 2*). Раствор хорошо охлаждают под струей воды, добавляют мерным цилиндром 20 мл раствора иодида калия и 10 мл серной кислоты (*реакция 3*). Немедленно титруют желтоватую суспензию

*ВсОШ по химии, региональный этап
2021–2022 учебный год
Задания экспериментального тура*

раствором тиосульфата натрия до бледно-желтой окраски (*реакция 4*). Вводят 3–5 капель раствора крахмала и продолжают титровать при перемешивании до исчезновения синей окраски). Титрование повторяют до достижения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл.

Аналогично проводят контрольный опыт. Для этого из бюретки в колбу для титрования добавляют 10,00 мл раствора сульфата меди, мерным цилиндром приливают 3 мл раствора тартрата калия, 20 мл раствора KI и 10 мл H₂SO₄; полученный раствор титруют раствором тиосульфата до бледно-желтой окраски, затем вводят 3–5 капель раствора крахмала и дотитровывают до исчезновения синей окраски). Титрование повторяют до достижения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл.

Расчет содержания глюкозы

Массу глюкозы в выданном растворе (z) вычисляют по формуле:

$$m = \frac{(V_2 - V_1)cMV_k}{2V_a \cdot 1000}$$

где V_a – объем аликвоты (объем пипетки), 10 мл; V_1 – объем тиосульфата, пошедшего на титрование пробы с глюкозой, мл; V_2 – объем тиосульфата в контрольном опыте, мл; c – молярная концентрация тиосульфата, М; M – молярная масса глюкозы, 180,0 г/моль; V_k – объем мерной колбы, из которой отбирали аликвоту, 100 мл.