

ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА  
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

для участников

2 тур

2021–2022

Оглавление

<b>Задания экспериментального тура .....</b>	<b>3</b>
<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:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ . 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						
	$\text{HCl}$	$\text{NaOH}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{ZnCl}_2$	$\text{BaCl}_2$
$\text{HCl}$							
$\text{NaOH}$							помутн.*
$\text{Na}_2\text{SO}_4$							
$\text{BaCl}_2$		помутн.*					
Реакция среды							

\*Помутнение возникает из-за реакции  $\text{BaCl}_2$  с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , присутствующим в  $\text{NaOH}$  из-за поглощения  $\text{CO}_2$  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, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, BaCl<sub>2</sub>, 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, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, ZnCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, 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, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, BaCl<sub>2</sub>, 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**

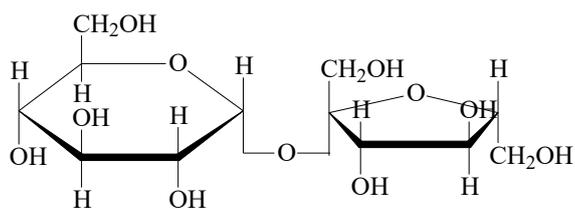
Углеводы – органические вещества, содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп. Название класса соединений происходит от словосочетания «гидраты углерода», оно было впервые предложено К. Шмидтом в 1844 году. Появление такого названия связано с тем, что первые из известных науке углеводов 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**

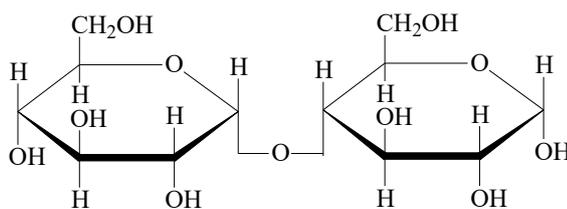
1) Приведите общепринятое название следующих углеводов:

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

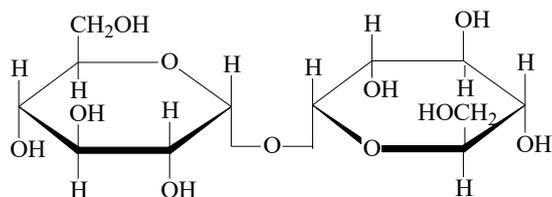
2) Среди четырех приведенных ниже дисахаридов укажите восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Ответ поясните.



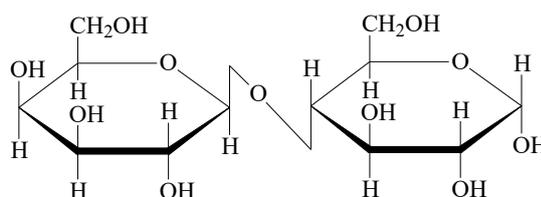
Сахароза



Мальтоза

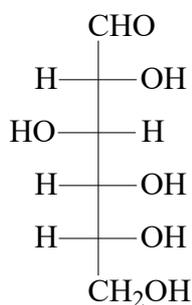


Трегалоза

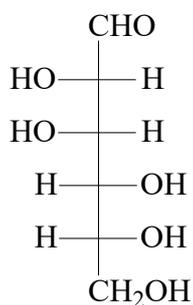


Лактоза

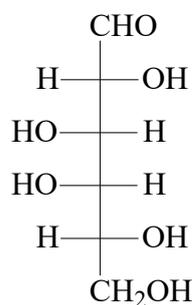
3) Какие из приведенных ниже альдогексоз являются, а какие не являются эпимерами? Эпимерами называются диастереомеры, различающиеся конфигурацией только при одном асимметрическом атоме углерода



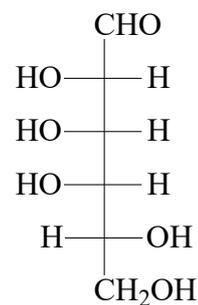
D-глюкоза



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:*

$\text{CuSO}_4$  (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),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (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  $\text{CuSO}_4$ , 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 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 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 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.