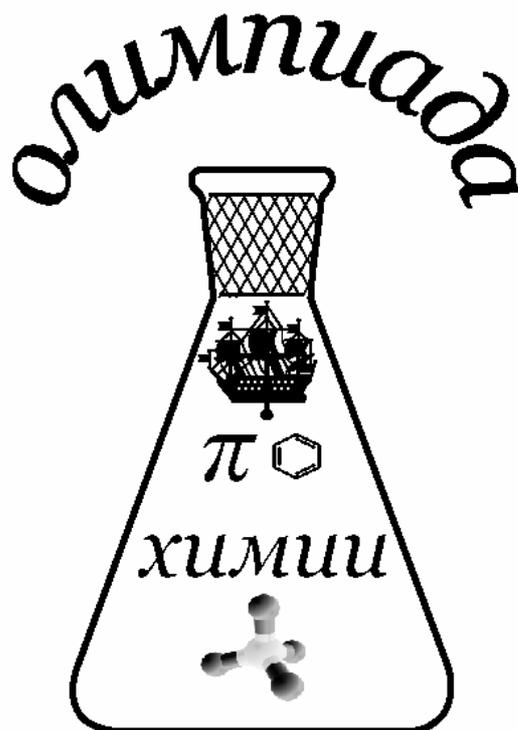


Комитет по образованию Санкт-Петербурга
Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных
Санкт-Петербургский государственный университет
Российский государственный педагогический университет им. Герцена
Санкт-Петербургский университет технологии и дизайна



Задания

80-ой Санкт-Петербургской олимпиады школьников по химии

Санкт-Петербург
2014 г.

**Сборник задач районного и городского этапов
Санкт-Петербургской городской олимпиады школьников по химии
с решениями и указаниями к решению
(для учителей, методистов, педагогов системы дополнительного
образования школьников и учащихся 8-11 классов)**

Напечатано при поддержке ООО «Аквафор» - фильтры для воды

Составители: Байгозин Д.В., Бахманчук Е.Н., Башмаков В.Я.,
Бегельдиева С.М., Ванин А.А., Гусев И.М., Злотников Э.Г., Миссюль Б.В.,
Михайлов К.И., Мосягин И.П., Пошехонов И.С., Ростовский Н.В.,
Скрипкин М.Ю. (ответственный редактор), Хлебникова Л.А.

ИЗ ИСТОРИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ ГОРОДСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

В этом году проходила юбилейная, 80-я, Санкт-Петербургская (Ленинградская) олимпиада школьников по химии. Именно в нашем городе такие мероприятия стали проводиться впервые. В Москве олимпиады школьников по химии начали проводиться с 1938 года, а всесоюзные (всероссийские) соревнования химиков еще моложе – первое из них состоялось только в 1964 году (таким образом, для всероссийских олимпиад этот год также стал юбилейным – им исполнилось 50 лет).

Первые Ленинградские олимпиады школьников по химии проводились еще в довоенные годы, однако, к сожалению, ни информация об их организации, ни примеры заданий, ни списки победителей не сохранились. Наиболее старые из сохранившихся документов относятся к периоду блокады Ленинграда. В 1943 году Городским отделом народного образования была организована Олимпиада детского творчества, включавшая, в числе прочих, соревнования по химии. Понятно, что в то время нелегко было привлечь школьников к участию в данном мероприятии – свои работы (а тогда олимпиада проводилась в форме собеседования по докладам) представило только 20 человек.

С 1945 года форма проведения олимпиады была существенно изменена. С этого года участникам начали предлагать вопросы и задачи, решение которых требовало не только глубокого знания школьной программы, но и смекалки, способности к обобщению и прогнозированию, химической эрудиции. В 1946 году олимпиада впервые была проведена уже не в один, а в три этапа – школьный, районный и городской. Такой порядок проведения сохраняется до настоящего времени.

В организации и проведении Санкт-Петербургской (Ленинградской) олимпиады школьников по химии активное участие принимали учителя химии школ города, районные методисты, сотрудники Санкт-Петербургского (Ленинградского) государственного университета, Российского педагогического университета имени А. И. Герцена (ранее – Ленинградский педагогический институт), Санкт-Петербургского (Ленинградского) технологического института, Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования (ранее – Ленинградский институт усовершенствования учителей), Санкт-Петербургского Дворца Творчества Юных (ранее – Ленинградский Дворец Пионеров). Особо хотелось бы выделить вклад представителей Ленинградского педагогического института А.Д. Смирнова и В.П. Гаркунова, преподавателей ЛГУ (СПбГУ) А.В. Суворова, А.С. Днепровского, А.А. Потехина, В.В. Соколова, учителя химии В.И. Недосекина, сотрудника НИИЭМ РАМН Б.В. Миссюля. С 1970 года представителем Педагогического института в оргкомитете олимпиады становится Э.Г. Злотников, с 1991 г. А.В. Суворов привлекает к проведению олимпиады М.Ю. Скрипкина, с 2009 г. куратором проведения олимпиады для учащихся 11-х классов становится Д.В.Байгозин, а для 8-х классов – С.М. Бегельдиева. В

таким составе кураторы проведения олимпиады по параллелям работают до сегодняшнего дня. Что же касается непосредственно организационной работы, то ее осуществляли представители отдела науки и техники Ленинградского Дворца пионеров (сейчас СПбГДТЮ), среди которых наибольший вклад внесли В.Я. Григошин и Е.Л. Золотухина. Высокий творческий уровень заданий, успехи участников на заключительном этапе Всесоюзной олимпиады – все это определило придание Санкт-Петербургской (Ленинградской) городской олимпиаде школьников по химии статуса регионального отборочного этапа, т.е., победители олимпиады непосредственно, без дополнительного отбора, становились участниками заключительного этапа. При этом следует отметить, что в отличие от других региональных этапов (за исключением Московской городской олимпиады) Санкт-Петербургская (Ленинградская) олимпиада школьников проводилась не по заданиям, составленным Центральной методической комиссией, а по своим собственным вариантам, авторами которых были представители ведущих вузов города.

С 2009/2010 года Санкт-Петербургская олимпиада школьников по химии стала отдельным мероприятием, не связанным с Всероссийской олимпиадой школьников по химии. Она входит в число мероприятий, проводимых Российским советом олимпиад школьников (РСОШ), имеет высокий второй уровень. Организаторами олимпиады в нашем городе являются Санкт-Петербургский государственный университет, Российский педагогический университет имени А.И.Герцена, Комитет по образованию Правительства Санкт-Петербурга. С 2009/2010 года олимпиада стала открытой – в ней могут принимать участие представители любого региона страны. В этом году в олимпиаде приняло участие 15 регионов Российской Федерации, отборочный этап проходил на 22 региональных площадках.

Авторами заданий являются сотрудники вузов Санкт-Петербурга, студенты, в недавнем прошлом сами являвшиеся постоянными участниками олимпиады, учителя школ города и педагоги системы дополнительного образования школьников. Сведения об авторах заданий олимпиады 2013/2014 года приведены в конце этого сборника.

ПРЕДИСЛОВИЕ ДЛЯ УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ

Дорогой друг!

Мы очень рады, что Вас интересует наша общая любимая наука – ХИМИЯ. Надеемся, что данный сборник будет бесполезен для Вас в период подготовки к олимпиаде. В нем приведены задания отборочного и заключительного этапов Санкт-Петербургской городской олимпиады школьников по химии 2013/2014 года и развернутые решения задач. Попробуйте свои силы в работе с ними! Помните, что задания отборочного (районного) тура составлены большей частью в рамках школьной программы. Да, они могут несколько выходить за ее пределы, но если Вам не только известны частные, конкретные факты, а Вы понимаете общие закономерности, выработали логику химического мышления – никаких проблем задания

создавать не должны. Конечно, в настоящее время существует достаточно много различных программ, различающихся, в частности, порядком изложения тех или иных тем. Однако составители всегда стараются учесть этот момент и дать задания, не требующие сильного опережения какой-либо программы. Некоторое исключение составляет, вероятно, 8 класс – здесь объем пройденного к концу ноября – началу декабря материала настолько незначителен, что составители вынуждены немного забежать вперед, а участникам можно пожелать почитать учебник – ведь разбираться самому всегда так интересно... Да и полезно – приучает к самостоятельной работе...

В 10-11 классе задания отборочного тура олимпиады, конечно же, становятся существенно сложнее. Ведь в старшей школе у Вас появляются возможности для профильного обучения – во всех районах есть школы с профильными классами, существуют и возможности дополнительного образования по химии. Поэтому составители заданий ориентируются уже на тех, кто действительно так или иначе связывает с химией свое будущее. Впрочем, это не мешает добиваться успеха и будущим математикам, физикам, биологам, филологам...

Участники, взявшие не менее 50% баллов на отборочном этапе, приглашаются на заключительный этап олимпиады. Как Вы понимаете, эта планка не столь уж и высока. Отношение к участникам, прошедшим на заключительный этап, меняется. Ведь пройдя столь далеко, Вы уже доказали, что являетесь в известной степени профессионалом в выбранной области. Поэтому задания заключительного этапа могут довольно существенно выходить за рамки стандартной школьной программы. Как и на региональном и заключительном этапах Всероссийской олимпиады школьников, на заключительном этапе Санкт-Петербургской олимпиады постоянно затрагиваются такие темы, как «Координационная химия», «Физико-химические методы анализа» и так далее. Таким образом, для успешного выступления необходима не только химическая логика, но и химическая эрудиция, а желательно, и химическая интуиция. Не забывайте изучать литературу по химии, а также заглядывать за новой информацией на сайт олимпиады <http://chemspb.3dn.ru>. Из книг можем посоветовать такие издания, как «Общая химия» Н.Л.Глинки; «Общая химия» А.В.Суворова и А.Б.Никольского; «Основы общей химии» Б.В.Некрасова (в 2-х или 3-х томах); «Курс неорганической химии» Г.Реми (в 2-х томах); «Химия элементов» Н.Гринвуда и А.Эрншо (в 2-х томах); «Органическая химия» Р.Моррисона и Р.Бойда; «Начала органической химии» А.Н. и Н.А. Несмеяновых (в 2-х томах), есть и много других книг. Первые две книги пригодятся, в основном, учащимся 8 и 9 классов, остальные – старшеклассникам. Полезен может оказаться и сайт <http://www.chem.msu.ru/rus/olimp>.

Несколько слов и о структуре настоящего сборника. В первой части его приведены задания олимпиады 2013/2014 года. Попробуйте справиться с ними самостоятельно. Если у Вас возникнут какие-то затруднения, не торопитесь заглядывать в ответ – сначала попробуйте воспользоваться «Указаниями к

решению задач» (второй раздел сборника). Ну, а затем можно будет и сверить свой ответ с «официальным».

ИТАК, УСПЕХОВ!!!

ПРЕДИСЛОВИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ

Уважаемые коллеги,

Спасибо Вам за Вашу работу и Ваших талантливых учеников.

Организаторы Санкт-Петербургской олимпиады школьников по химии надеются, что количество талантливых химиков в нашем городе будет постоянно расти, в первую очередь, благодаря Вашей работе. Может быть, данный сборник в чем-то окажется Вам полезен – ведь предметные олимпиады всегда были и остаются одной из важнейших форм внеучебной работы со школьниками. Надеемся, он поможет Вам лучше понять логику олимпиадных заданий, те требования, которые предъявляются к участникам. Вкратце напомним Вам «стратегию» проведения олимпиады. Первый, школьный, этап организуется на базе школы или района и проводится по заданиям, составленным методическим объединением учителей химии и/или районными методистами. Основная задача данного этапа – выявление заинтересованных учеников, тех, для кого химия – это не просто еще один школьный предмет, а нечто большее, отличное от других предметов.

Следующим этапом становится отборочный (районный) этап олимпиады, задания для которого предлагаются методической комиссией по проведению Санкт-Петербургской городской олимпиады школьников по химии. Эти задачи составлены большей частью в рамках школьной программы. Да, они могут несколько выходить за ее пределы, но если участнику не просто известны частные, конкретные факты, а он понимает общие закономерности, обладает логикой химического мышления – никаких проблем для него задания создавать не должны. Конечно, в настоящее время существует достаточно много различных программ, различающихся, в частности, порядком изложения тех или иных тем. Однако составители всегда стараются учесть этот момент и дать задания, не требующие сильного забега вперед по какой-либо программе. Некоторое исключение составляет, вероятно, 8 класс – здесь объем пройденного к концу ноября – началу декабря материала настолько незначителен, что составители вынуждены немного забежать вперед, а участникам можно пожелать почитать учебник – ведь разбираться самому всегда так интересно... Да и полезно – приучает к самостоятельной работе...

В 10-11 классе задания отборочного этапа олимпиады, конечно же, становятся существенно сложнее. Ведь в старшей школе у школьников появляются возможности для профильного обучения – во всех районах есть школы с профильными классами, существуют и возможности дополнительного образования по химии. Поэтому составители заданий ориентируются уже на тех, кто действительно так или иначе связывает с химией свое будущее. Впрочем, это не мешает добиваться успеха и будущим математикам, физикам, биологам, филологам...

1. ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ
1.1. Отборочный (районный) этап

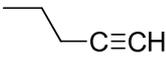
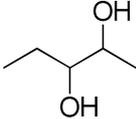
11 класс

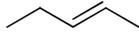
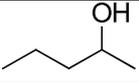
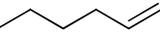
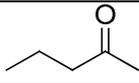
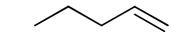
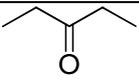
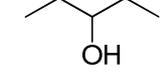
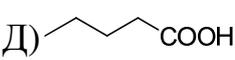
*Авторы задач – Скрипкин М.Ю. (№ 1), Ростовский Н.В. (№№ 2, 4, 6),
Ванин А.А. (№№ 3, 5)*

1-1. В какой цвет окрашивается индикатор метилоранж (метиловый оранжевый) в водных растворах следующих веществ: иодид рубидия, сульфат галлия, гидросульфат калия, селенид натрия, нитрит бария. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

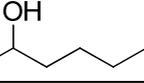
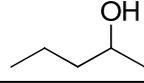
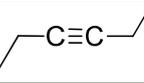
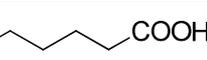
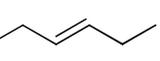
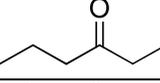
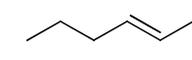
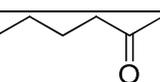
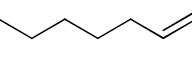
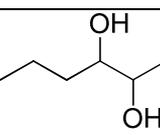
1-2. В какой цвет окрашивается индикатор фенолфталеин в водных растворах следующих веществ: бромид цезия, дигидрофосфат кальция, селенат калия, нитрат индия, силикат лития. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

2-1. Установите соответствие между исходными веществами (левый столбец) и продуктами реакции (правый столбец). Под действием каких реагентов и в каких условиях могут быть осуществлены эти превращения?

Исходное вещество	Продукт реакции
1) 	A) 

2) 	Б) 
3) 	В) 
4) 	Г) 
5) 	Д) 

2-2. Установите соответствие между исходными веществами (левый столбец) и продуктами реакции (правый столбец). Под действием каких реагентов и в каких условиях могут быть осуществлены эти превращения?

Исходное вещество	Продукт реакции
1) 	А) 
2) 	Б) 
3) 	В) 
4) 	Г) 
5) 	Д) 

3-1. Смесь бария и алюминия массой 5,46 г прокалили без доступа воздуха с избытком порошка графита. Продукты реакции обработали разбавленной соляной кислотой, при этом выделилось 1792 мл (н.у.) газов, которые сожгли в избытке кислорода. Горячие продукты сгорания пропустили через 560 г 1 %-ного *охлажденного* водного раствора гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в конечном растворе. Запишите уравнения **всех** химических реакций, упомянутых в задаче.

3-2. Смесь стронция и алюминия массой 14,2 г прокалили без доступа воздуха с избытком порошка графита. Продукты реакции обработали разбавленной соляной кислотой, при этом выделилось 6,72 л (н.у.) газов, которые сожгли в избытке кислорода. Горячие продукты сгорания пропустили через 400 г 2 %-ного *охлажденного* водного раствора гидроксида натрия. Определите массовые доли веществ в конечном растворе. Запишите уравнения **всех** химических реакций, упомянутых в задаче.

4-1. Теплота гидрирования углеводорода $Q_{\text{гидр.}}$ – это количество теплоты, которое выделяется при полном гидрировании 1 моль углеводорода. Теплоты гидрирования изомерных бутенов и бута-1,3-диена представлены в таблице:

Углеводород	бут-1-ен	<i>цис</i> -бут-2-ен	<i>транс</i> -бут-2-ен	бута-1,3-диен
$Q_{\text{гидр.}}$ (кДж/моль)	127	120	115	239

1) Изобразите структурные формулы изомерных бутенов. Какой из изомеров образуется в наибольшем количестве при неполном гидрировании бута-1,3-диена? Обоснуйте свой выбор.

2) Определите теплоту неполного гидрирования бута-1,3-диена в преимущественно образующийся изомер бутена.

3) Бута-1,3-диен – это сопряжённый диен. Вычислите энергию сопряжения двух двойных С=С связей в бута-1,3-диене;

4) Для некоторого линейного углеводорода X, содержащего 5 атомов углерода, теплота гидрирования составляет 232 кДж/моль. Предложите структуру углеводорода X.

Примечание: при расчётах теплоты гидрирования изомерных линейных пентенов примите равными теплотам гидрирования для соответствующих бутенов.

4-2. Теплота гидрирования углеводорода $Q_{\text{гидр.}}$ – это количество теплоты, которое выделяется при полном гидрировании 1 моль углеводорода. Теплоты гидрирования изомерных бутенов, бута-1,3-диена и бензола представлены в таблице:

Углеводород	бут-1-ен	<i>цис</i> -бут-2-ен	<i>транс</i> -бут-2-ен	бута-1,3-диен	бензол
$Q_{\text{гидр.}}$ (кДж/моль)	127	120	115	239	206

1) Изобразите структурные формулы изомерных бутенов. Какой из изомеров образуется в наибольшем количестве при неполном гидрировании бута-1,3-диена? Обоснуйте свой выбор.

2) Определите теплоту неполного гидрирования бута-1,3-диена в преимущественно образующийся изомер бутена.

3) Бензол – это ароматический углеводород, отличающийся повышенной стабильностью. Вычислите энергию сопряжения трёх двойных связей С=С в бензоле;

4) Для некоторого ароматического углеводорода Y состава C_9H_{10} теплота гидрирования составляет 333 кДж/моль. Предложите структуру углеводорода Y.

Примечание: при расчётах теплоту гидрирования циклогексена примите равной теплоте гидрирования *цис*-бут-2-ена, а теплоту гидрирования любой изолированной концевой двойной связи С=С – теплоте гидрирования бут-1-ена.

5-1. Смесь пропана и этилена с относительной плотностью по метану 2,15 объемом 5 л пропустили при 0 °С через избыток 1%-го водного раствора перманганата калия, при этом один из газов полностью поглотился. Определите объем оставшегося непоглощённым газа. Запишите уравнение реакции поглотившегося газа с водным раствором перманганата калия.

5-2. Смесь пропилена и метана с относительной плотностью по этану 0,75 объемом 12 л пропустили при 0 °С через избыток 1%-го водного раствора перманганата калия, при этом один из газов полностью поглотился. Определите объем оставшегося непоглощённым газа. Запишите уравнение реакции поглотившегося газа с водным раствором перманганата калия.

6-1. При гидрогалогенировании 1,000 г углеводорода *X* получено 1,964 г моногалогенпроизводного *Y*. Определите строение соединений *X* и *Y*, если известно, что при окислении углеводорода *X* перманганатом калия в кислой среде образуются кетон и карбоновая кислота, содержащая 48,6 % углерода по массе. Назовите соединения *X* и *Y* по номенклатуре ИЮПАК.

6-2. При гидрогалогенировании 1,000 г углеводорода *X* получено 1,964 г моногалогенпроизводного *Y*. Определите строение соединений *X* и *Y*, если известно, что при окислении углеводорода *X* перманганатом калия в кислой среде образуются кетон и карбоновая кислота, содержащая 40,0 % углерода по массе. Назовите соединения *X* и *Y* по номенклатуре ИЮПАК.