

# ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАЧИ



36 Международная Химическая Олимпиада

18-27 июля 2004

Киль

Германия

Copyright © 2004      36 Международная Химическая Олимпиада

Перевод на русский язык:

**В. В. Еремин** (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
[vadim@educ.chem.msu.ru](mailto:vadim@educ.chem.msu.ru))

**В. Н. Хвалюк** (Белорусский государственный университет, [khvalyuk@bsu.by](mailto:khvalyuk@bsu.by))

**Ю. В. Холин** (Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина,  
[kholin@univer.kharkov.ua](mailto:kholin@univer.kharkov.ua))

Все материалы Олимпиады на английском языке представлены на сайте

<http://www.icho.de>

## Программа Международной Олимпиады по Химии

**Уровень 1:** эти темы включены в подавляющее большинство школьных программ и не должны быть указаны в тренировочном комплекте.

**Уровень 2:** эти темы включены во многие школьные программы и могут быть использованы без указания в тренировочном комплекте.

**Уровень 3:** эти темы не включены в большинство школьных программ и могут быть использованы только при условии, что соответствующие примеры приведены в тренировочном комплекте.

### 1. СТРОЕНИЕ АТОМА

<b><u>1.1. Введение</u></b>		1.2.5	Простейшее уравнение Шредингера	3
1.1.1	Подсчет числа нуклонов	1		
1.1.2	Изотопы	1	1.2.6	Квадрат модуля волновой функции и вероятность
<b><u>1.2. Атом водорода</u></b>			1.2.7	Квантовые числа $n, l, m_l$
1.2.1	Понятие об уровнях энергии	1		3
1.2.2	Форма $s$ -орбиталей	1	<b><u>1.3. Радиоактивность</u></b>	
1.2.3	Форма и ориентация $p$ -орбиталей	1	1.3.1	Типы радиоактивности
1.2.4	Форма и ориентация $d$ -орбиталей	3	1.3.2	Радиоактивный распад
			1.3.3	Ядерные реакции
				2

### 2. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

<b><u>2.1. Теория ОЭПВО – структуры с</u></b>		<b><u>2.4. Теория молекулярных орбиталей</u></b>		
2.1.1	четырьмя или менее электронными парами центрального атома	1	2.4.1	Диаграмма молекулярных орбиталей: молекула $H_2$
2.1.2	центральным атомом, нарушающим "правило октета"	3	2.4.2	Диаграмма молекулярных орбиталей: молекулы $N_2$ и $O_2$
<b><u>2.2. Делокализация и резонанс</u></b>		3	2.4.3	Порядок связи в $O_2, O_2^+, O_2^-$
<b><u>2.3. Теория гибридизации орбиталей</u></b>		3	2.4.4	Неспаренные электроны и парамагнетизм
				3

### 3. ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

3.1.1	Нахождение коэффициентов	1	3.1.4	Эмпирическая формула	1
3.1.2	Стехиометрические расчеты	1	3.1.5	Число Авогадро	1
3.1.3	Массовые, объемные соотношения	1	3.1.6	Расчет концентраций	1

### 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЕ

<b><u>4.1. Электронные конфигурации</u></b>		<b><u>4.4. Первая энергия ионизации</u></b>		
4.1.1	Принцип запрета Паули	1		1
4.1.2	Правило Хунда	1	<b><u>4.5. Радиусы атомов</u></b>	
4.1.3	Элементы главных подгрупп	1	<b><u>4.6. Радиусы ионов</u></b>	
4.1.4	Переходные металлы	1	<b><u>4.7. Высшая степень окисления</u></b>	
4.1.5	Лантаниды и актиниды	3	1	
<b><u>4.2. Электроотрицательность</u></b>		1	1	
<b><u>4.3. Сродство к электрону</u></b>		2		

### 5. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

<b><u>5.1. Введение</u></b>		5.1.1.1	Температура плавления	1
5.1.1	Закономерности в физических свойствах (главные подгруппы)		5.1.1.2	Температура кипения
			5.1.1.3	Металлические свойства
				1

## 6

5.1.1.4	Магнитные свойства	3
5.1.1.5	Электропроводность	2
5.1.2	Степень окисления	1
5.1.3	Номенклатура	
5.1.3.1	Соединения главных подгрупп	1
5.1.3.2	Соединения переходных металлов	1
5.1.3.3	Простые комплексы металлов	3

### 5.2. Группы 1 и 2

5.2.1	Тенденции в реакционной способности (более тяжелые элементы более реакционноспособны)	1
5.2.2	Продукты реакций	
5.2.2.1	с водой	1
5.2.2.2	с галогенами	1
5.2.2.3	с кислородом	2
5.2.3	Основность оксидов	1
5.2.4	Свойства гидридов	3
5.2.5	Другие соединения, их свойства и степени окисления	3

### 5.3. Группы 13-18 и водород

5.3.1	Бинарные молекулярные соединения водорода	
5.3.1.1	Формулы	1
5.3.1.2	Кислотно-основные свойства $\text{CH}_4$ , $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{S}$	1
5.3.1.3	Другие свойства	3
5.3.2	Группа 13	
5.3.2.1	Степень окисления бора и алюминия в оксидах и хлоридах равна +3	1
5.3.2.2	Кислотно-основные свойства оксида и гидроксида алюминия	2
5.3.2.3	Реакция оксида бора(III) с водой	3
5.3.2.4	Реакция хлорида бора(III) с водой	3
5.3.2.5	Другие соединения, их свойства и степени окисления	3
5.3.3	Группа 14	
5.3.3.1	Степень окисления кремния в его оксиде и хлориде равна +4	1
5.3.3.2	Степени окисления +2 и +4 для углерода, олова и свинца, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов и хлоридов	2
5.3.3.3	Другие соединения, их свойства и степени окисления	3
5.3.4	Группа 15	
5.3.4.1	Оксид и хлорид фосфора(V), их реакции с водой	2
5.3.4.2	Оксид и хлорид фосфора(III), их реакции с водой	2
5.3.4.3	Оксиды азота	
	а) Реакция $\text{NO}$ и $\text{O}_2$ с образованием $\text{NO}_2$	1
	б) Димеризация $\text{NO}_2$	1

	в) Реакция $\text{NO}_2$ с водой	1
5.3.4.4	Окислительно-восстановительные свойства	
	а) $\text{HNO}_3$ и нитратов	1
	б) $\text{HNO}_2$ и $\text{NH}_2\text{NH}_2$	3
5.3.4.5	$\text{Bi}(+5)$ и $\text{Bi}(+3)$	3
5.3.4.6	Другие соединения, их свойства и степени окисления	3

### 5.3.5 Группа 16

5.3.5.1	Степени окисления серы +4 и +6, реакции оксидов с водой, свойства кислот	1
5.3.5.2	Реакция тиосульфата с $\text{I}_2$	3
5.3.5.3	Другие соединения, их свойства и степени окисления	3
5.3.6	Группа 17 (галогены)	
5.3.6.1	Реакционная способность и сила окислителей убывают от $\text{F}_2$ к $\text{I}_2$	1
5.3.6.2	Кислотно-основные свойства галогеноводородов	1
5.3.6.3	Степень окисления фтора в его соединениях равна -1	1
5.3.6.4	Степени окисления хлора: -1, +1, +3, +5, +7	1
5.3.6.5	Моноядерные оксоанионы хлора	2
5.3.6.6	Реакции галогенов с водой	3
5.3.6.7	Реакции $\text{Cl}_2\text{O}$ и $\text{Cl}_2\text{O}_7$ с водой	3
5.3.6.8	Другие соединения, их свойства и степени окисления	3

### 5.3.7 Группа 18

### 5.4. Переходные элементы

5.4.1	Характерные степени окисления переходных металлов: $\text{Cr}(+2)$ , $\text{Cr}(+3)$ , $\text{Mn}(+2)$ , $\text{Mn}(+4)$ , $\text{Mn}(+7)$ , $\text{Ag}(+1)$ , $\text{Fe}(+2)$ , $\text{Fe}(+3)$ , $\text{Co}(+2)$ , $\text{Zn}(+2)$ , $\text{Hg}(+1)$ , $\text{Hg}(+2)$ , $\text{Cu}(+1)$ , $\text{Cu}(+2)$ , $\text{Ni}(+2)$	1
5.4.2	Цвета перечисленных ионов в водных растворах	2
5.4.3	$\text{Cr}$ , $\text{Mn}$ , $\text{Fe}$ , $\text{Co}$ , $\text{Ni}$ , $\text{Zn}$ растворяются в разбавленной $\text{HCl}$ , а $\text{Cu}$ , $\text{Ag}$ , $\text{Hg}$ – нет	2
5.4.4	Продукты растворения – катионы $\text{M}^{2+}$	2
5.4.5	$\text{Cr}(\text{OH})_3$ и $\text{Zn}(\text{OH})_2$ – амфотерные, а другие оксиды и гидроксиды $\text{M}^{2+}$ – имеют основной характер	2
5.4.6	$\text{MnO}_4^-$ и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ – сильные окислители в кислой среде	1
5.4.7	Продукты восстановления $\text{MnO}_4^-$ в зависимости от pH	2
5.4.8	Взаимные переходы между $\text{CrO}_4^{2-}$ и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	3
5.4.9	Другие соединения, их свойства и степени окисления	3

### 5.5. Лантаниды и актиниды

3

## **5.6. Химия координационных соединений, включая стереохимию**

5.6.1	Определение координационного числа	1
5.6.2	Составление уравнений комплексообразования по заданным формулам комплексов	1
5.6.3	Формулы типичных комплексных ионов	
5.6.3.1	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$	1
5.6.3.2	$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{2-}$	3
5.6.3.3	$\text{FeSCN}^{2+}$	3
5.6.3.4	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	1
5.6.3.5	Другие комплексные ионы	3

5.6.4	Теория кристаллического поля (термы $e_g$ и $t_{2g}$ , высоко- и низко-спиновые комплексы)	3
5.6.5	Сtereoхимия комплексов	3
5.6.5.1	<i>цис</i> и <i>транс</i>	3
5.6.5.2	энантиомеры	3

## **5.7. Некоторые промышленные процессы**

5.7.1	Получение $\text{H}_2\text{SO}_4$	1
5.7.2	Получение $\text{NH}_3$	1
5.7.3	Получение $\text{Na}_2\text{CO}_3$	2
5.7.4	Получение $\text{Cl}_2$ и $\text{NaOH}$	2
5.7.5	Получение $\text{HNO}_3$	2

## **6. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

### **6.1. Газы**

6.1.1	Уравнение идеального газа	1
6.1.2	Уравнение Ван-дер-Ваальса	3
6.1.3	Определение парциального давления	2
6.1.4	Закон Дальтона	3

### **6.2. Термодинамика**

6.2.1	Первый закон	
6.2.1.1	Понятие системы и окружающей среды	2
6.2.1.2	Энергия, теплота и работа	2
6.2.2	Энтальпия	
6.2.2.1	Связь между внутренней энергией и энтальпией	3
6.2.2.2	Определение теплоемкости	2
6.2.2.3	Разность между $C_p$ и $C_V$ (только для идеального газа)	3
6.2.2.4	Энтальпия – функция состояния (закон Гесса)	2
6.2.2.5	Цикл Борна-Габер для ионных соединений	3
6.2.2.6	Стандартная энтальпия образования	2
6.2.2.7	Энтальпия растворения и сольватации	3
6.2.2.8	Энергия связи (определение и использование)	2
6.2.3	Второй закон (энтропия и энергия Гиббса)	
6.2.3.1	Определение энтропии ( $\delta Q/T$ )	3
6.2.3.2	Энтропия и беспорядок	2
6.2.3.3	Статистическое определение энтропии ( $S = k \ln W$ )	3
6.2.3.4	Определение энергии Гиббса ( $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ )	3
6.2.3.5	Использование $\Delta G$ для определения направления реакции	3
6.2.3.6	Связь между $\Delta G^\circ$ и константой равновесия $K$	3

### **6.3. Равновесие**

6.3.1	Кислота-основание	
-------	-------------------	--

6.3.1.1	Определение кислот и оснований по Аррениусу	1
6.3.1.2	Определение кислот и оснований по Бренстеду-Лоури	1
6.3.1.3	Сопряженные кислоты и основания	1
6.3.1.4	Определение pH	1
6.3.1.5	Ионное произведение воды $K_w$	1
6.3.1.6	$K_a$ и $K_b$ – меры кислотности и основности	1
6.3.1.7	Кислотность и основность ионов	1
6.3.1.8	Расчет pH из $K_a$ (для слабых кислот)	1
6.3.1.9	Расчет pH простых буферных растворов	2
6.3.2	Газовая фаза	
6.3.2.1	Выражение константы равновесия через парциальные давления	3
6.3.2.2	Связь между $K_p$ и $K_c$	3
6.3.3	Растворимость	
6.3.3.1	Определение ПР	2
6.3.3.2	Расчет растворимости в воде по ПР	2
6.3.4	Комплексные равновесия	
6.3.4.1	Определение константы устойчивости	3
6.3.4.2	Задачи на расчет комплексных равновесий	3
6.3.4.3	Кислоты и основания Льюиса	3
6.3.4.4	Жесткие и мягкие кислоты и основания Льюиса	3
6.3.5	Фазовые переходы	
6.3.5.1	Температурная зависимость давления пара	3
6.3.5.2	Уравнение Клаузиуса-Клапейрона	3
6.3.5.3	Фазовые диаграммы одно-компонентных систем	
	а) тройная точка	3
	б) критическая точка	3
6.3.5.4	Равновесие жидкость-пар	

а) идеальные и неидеальные системы	3	6.3.6.1	Расчет рН для многоосновных кислот	3
б) фазовые диаграммы	3	6.3.6.2	Расчет рН для смесей слабых кислот	3
в) использование при дробной перегонке	3			
6.3.5.5	Закон Генри	3		
6.3.5.6	Закон Рауля	3		
6.3.5.7	Отклонения от закона Рауля	3		
6.3.5.8	Повышение температуры кипения растворов	3		
6.3.5.9	Понижение температуры замерзания растворов	3		
6.3.5.10	Осмотическое давление	3		
6.3.5.11	Коэффициент разделения	3		
6.3.5.12	Экстракция растворителем	3		
6.3.6	Множественные равновесия			

#### **6.4. Электрохимия**

6.4.1	Электродвижущая сила (определение)	1
6.4.2	Электроды первого рода	1
6.4.3	Стандартный электродный потенциал	1
6.4.4	Уравнение Нернста	3
6.4.5	Электроды второго рода	3
6.4.6	Соотношение между $\Delta G$ и электродвижущей силой	3

### **7. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА (ГОМОГЕННЫЕ РЕАКЦИИ)**

#### **7.1. Введение**

7.1.1	Факторы, влияющие на скорость реакции	1	а) дифференциального кинетического уравнения	3
7.1.2	Координата реакции и основания идея теории активированного комплекса	1	б) проинтегрированного кинетического уравнения	3
			7.2.4.5	Константы скорости для реакций второго и третьего порядка

#### **7.2. Закон действующих масс**

7.2.1	Кинетическое уравнение в дифференциальной форме	2
7.2.2	Понятие порядка реакции	2
7.2.3	Определение константы скорости	2
7.2.4.	Реакции первого порядка	
7.2.4.1	Зависимость концентрации от времени	3
7.2.4.2	Понятие периода полураспада	3
7.2.4.3	Связь между периодом полураспада и константой скорости	3
7.2.4.4	Расчет константы скорости первого порядка из	

#### **7.3. Механизмы реакций**

7.3.1	Понятие молекулярности	3
7.3.2	Лимитирующая стадия	3
7.3.3	Основные понятия теории столкновений	3
7.3.4	Обратимые, параллельные и последовательные реакции	3
7.3.5	Уравнение Аррениуса	
7.3.5.1	Определение энергии активации	3
7.3.5.2	Расчет энергии активации	3

### **8. СПЕКТРОСКОПИЯ**

#### **8.1. УФ/видимая**

8.1.1	Идентификация ароматических соединений	3
8.1.2	Идентификация хромофоров	3
8.1.3	Красители: зависимость цвета от структуры	3
8.1.4	Закон Ламберта-Бэра	3

8.3.2	элементарная ячейка	3
-------	---------------------	---

8.3.3	Структуры:	
8.3.3.1	NaCl	3
8.3.3.2	CsCl	3
8.3.3.3	металлов	3

#### **8.2. Инфракрасная**

8.2.1	Интерпретация по таблице групповых частот	3
8.2.2	Распознавание водородных связей	3

#### **8.4. ЯМР**

8.4.1	Общие понятия:	
8.4.1.1	химический сдвиг	3
8.4.1.2	спин-спиновое взаимодействие и константы взаимодействия	3
8.4.1.3	интегрирование спектров	
8.4.2	Интерпретация простых $^1\text{H}$ спектров (типа этилового спирта)	3
8.4.3	Идентификация о- и л-замещенных бензолов	3

#### **8.3. Рентгеновское излучение**

8.3.1	Закон Брэгга	3
8.3.2	Основные понятия:	
8.3.2.1	координационное число	3

8.4.4 Интерпретация простых спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  (с протонной развязкой) и других ядер со спином 1/2 3

8.5.2 Определение фрагментов по таблице 3  
8.5.3 Определение типичного распределения изотопов 3

### 8.5. Масс-спектрометрия

8.5.1 Определение молекулярного иона 3

## 9. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### 9.1. Введение

9.1.1 Номенклатура алканов (ИЮПАК) 1  
9.1.2.1 Закономерное изменение температуры кипения алканов 1  
9.1.2.2 Сравнение температур кипения спиртов и простых эфиров (роль водородных связей) 1  
9.1.3 Геометрия молекул с одинарной, двойной и тройной связями 1  
9.1.4 Идентификация типичных функциональных групп 1  
9.1.5 Изомерия алкенов  
9.1.5.1 *цис-транс* 1  
9.1.5.2 *E/Z* 3  
9.1.6 Энантиомеры  
9.1.6.1 Оптическая активность 2  
9.1.6.2 *R/S* номенклатура 3

### 9.2. Реакционная способность

9.2.1 Алканы  
9.2.1.1 Реакция с галогенами:  
а) продукты 1  
б) свободнорадикальный механизм (зарождение / обрыв) 2  
9.2.1.2 Циклоалканы  
а) Номенклатура 2  
б) Напряжение в малых циклах 3  
в) Конформации кресло / ванна для циклогексана 3  
9.2.2 Алкены  
9.2.2.1 Продукты присоединения  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HBr}$  и  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+$  1  
9.2.2.2 Правило Марковникова 2  
9.2.2.3 Карбокатионы в реакциях присоединения 3  
9.2.2.4 Относительная устойчивость карбокатионов 3  
9.2.2.5 1,4-присоединение к алкадиенам 3  
9.2.3 Алкины  
9.2.3.1 Кислотные свойства 3  
9.2.3.2 Различия в химических свойствах между алкенами и алкинами 3  
9.2.4 Бензол  
9.2.4.1 Формула 1  
9.2.4.2 Стабилизация резонансных структур 1

9.2.4.3 Электрофильное замещение (нитрование, галогенирование)  
а) Влияние первого заместителя на направление замещения 3  
б) Влияние первого заместителя на реакционную способность 3  
в) Объяснение эффектов заместителей 3  
9.2.5 Галогениды  
9.2.5.1 Номенклатура моногалогенидов 1  
9.2.5.2 Реакции замещения  
а) приводящие к спиртам 3  
б) Обмен галогенами 3  
в) Сравнительная реакционная способность:  
i) первичных, вторичных и третичных соединений 3  
ii) алифатических и ароматических соединений 3  
г) Механизмы  $\text{S}_{\text{N}}1$  и  $\text{S}_{\text{N}}2$  3  
9.2.5.3 Реакции элиминирования 2  
9.2.5.4 Конкуренция реакций замещения и элиминирования 2  
9.2.6 Спирты  
9.2.6.1 Номенклатура одноатомных спиртов 1  
9.2.6.2 Сравнение кислотных свойств спиртов и фенолов 2  
9.2.6.3 Дегидратация до алкенов 1  
9.2.6.4 Сложные эфиры с минеральными кислотами 2  
9.2.6.5 Реакции окисления 1  
9.2.7 Альдегиды и кетоны  
9.2.7.1 Номенклатура монофункциональных соединений 1  
9.2.7.2 Окисление альдегидов 1  
9.2.7.3 Восстановление до спиртов ( $\text{LiAlH}_4$ ,  $\text{LiBH}_4$ ) 3  
9.2.7.4 Кето-енольная таутомерия 3  
9.2.7.5 Реакции нуклеофильного присоединения  
а)  $\text{HCN}$  3  
б)  $\text{RNH}_2$  ( $\text{R}$  = алкил,  $\text{HO}$ ,  $\text{NH}_2$ ) 3  
в) енолят-анионов (альдольная конденсация) 3  
г) спиртов с образованием ацеталей и кеталей 3  
д) реактивов Гриньяра 3  
9.2.8 Карбоновые кислоты и их производные

## 10

9.2.8.1	Номенклатура карбоновых кислот и их производных (сложных эфиров, галогенангидридов, амидов	2	9.2.8.8	Многоосновные кислоты	3
9.2.8.2	Индуктивный эффект и сила кислот	3	9.2.9	Амины	
9.2.8.3	Получение карбоновых кислот гидролизом: а) сложных эфиров (жиров) б) амидов в) нитрилов	1 2 3	9.2.9.1	Номенклатура а) простых аминов б) распознавание первичных, вторичных и третичных аминов	1 1
9.2.8.4	Реакции карбоновых кислот а) со спиртами с образованием сложных эфиров б) с образованием хлорангидридов в) с образованием ангидридов	1 3 3	9.2.9.2	Основность а) как свойство аминов б) Сравнение основности алифатических и ароматических аминов в) Сравнение основности аминов и амидов г) Получение аминов i) из галогенидов ii) из ароматических нитро-соединений iii) из амидов	1 3 3 3
9.2.8.5	Превращение хлорангидридов в амиды	3	9.2.9.3	Диазотирование а) алифатических аминов б) ароматических аминов	3 3
9.2.8.6	Механизм этерификации	3			
9.2.8.7	Многофункциональные кислоты (гидроксикислоты, кетокислоты)	3			

## 10. ПОЛИМЕРЫ

### **10.1. Синтетические**

10.1.1	Полимеры, полученные в реакции полимеризации	
10.1.1.1	Полистирол	2
10.1.1.2	Полиэтилен	1
10.1.1.2	Цепной механизм полимеризации	2
10.1.2	Полимеры, полученные в реакции поликонденсации	
10.1.2.1	Полиэфиры	2

10.1.1.2	Полиамиды	2
10.1.3	Силиконы	3
10.1.4	Понятие сетчатой структуры и ее влияние на свойства	3

### **10.2. Природные**

10.2.1	Силикаты	3
10.2.2	Каучук	3

## 11. БИОХИМИЯ

### **11.1. Углеводы**

11.1.1	Глюкоза и фруктоза	
11.1.1.1	Линейные формулы	1
11.1.1.2	Проекция Фишера	2
11.1.1.3	Формулы Хеурса	3
11.1.2	Различие между крахмалом и целлюлозой	2
11.1.3	Различие между альфа- и бета-D-глюкозой	2

### **11.2. Жиры**

11.2.1	Строение жиров и его связь со свойствами	2
11.2.2	Формула глицерина	1

### **11.3. Азотсодержащие биологически активные вещества**

11.3.1	Аминокислоты	
11.3.1.1	Ионная структура аминокислот	1
11.3.1.2	Изoeлектрическая точка	3
11.3.1.3	20 аминокислот (классификация по приведенным структурам)	2
11.3.1.4	Разделение электрофорезом	3
11.3.1.5	Пептидная связь	1

11.3.2	Белки	
11.3.2.1	Первичная структура белков	1
11.3.2.2	S-S мостики	3
11.3.2.3	Секвенирование	3
11.3.2.4	Вторичная структура	3
11.3.2.5	Детали альфа-спиральной структуры	3
11.3.2.6	Третичная структура	3
11.3.2.7	Денатурация при изменении pH, температуры, под действием металлов и спирта	2
11.3.3	Нуклеиновые кислоты и синтез белков	
11.3.3.1	Пиримидин, пурин	3
11.3.3.2	Нуклеозиды и нуклеотиды	3
11.3.3.3	Формулы всех пиримидиновых и пуриновых оснований	3
11.3.3.4	Различие между рибозой и 2-дезоксирибозой	3
11.3.3.5	Пары оснований ЦГ и АТ (структура водородных связей)	3
11.3.3.6	Различие между ДНК и РНК	3
11.3.3.7	Различие между м-РНК и т-РНК	3

**11.4. Ферменты**

11.4.1.1 Общие свойства, активные центры

3

11.4.1.2 Номенклатура, кинетика, коферменты, функция АТФ.

3

**12. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ****12.1. Титрование**

12.1.1 Кислотно-основное титрование

12.1.1.1 Кривая титрование; pH (для сильных и слабых кислот) 2

12.1.1.2 Выбор кислотно-основных индикаторов 2

12.1.2 Кислотно-основное титрование

**12.2. Качественный анализ**

12.2.1 Ионы (неорганические)

12.2.1.1 Идентификация  $Ag^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  2

12.2.1.2 Идентификация других анионов и катионов 3

12.2.2 Органические функциональные группы

12.2.2.1 Реактив Лукаса (первичные, вторичные и третичные спирты) 3

12.2.2.2 Иодоформная реакция 3

12.2.2.3 Идентификация первичных, вторичных, третичных и четвертичных аминов в лаборатории 3

**12.3. Хроматографические методы разделения**

3

**Программа экспериментального тура**

**Уровень 1:** предназначен для проверки основных экспериментальных навыков, которыми участники должны владеть очень хорошо.

**Уровень 2:** основан на практических заданиях, используемых в школах развитых стран. Задания этого уровня могут быть использованы без предварительного объявления.

**Уровень 3:** не входит в школьную программу большинства стран-участников. Авторы заданий должны включать их в тренировочный комплект.

**1. Синтез неорганических и органических соединений**

1.1 Нагревание с помощью горелок и электрических плиток 1

1.2 Нагревание жидкостей 1

1.3 Работа с горючими веществами и материалами 1

1.4 Взвешивание (аналитические весы) 1

1.5 Измерение объемов жидкостей (мерный цилиндр, пипетка, бюретка) 1

1.6 Приготовление раствора из твердого вещества и растворителя 1

1.7 Смешивание и разбавление растворов 1

1.8 Смешивание и перемешивание жидкостей 1

1.9 Использование миксера и магнитной мешалки 2

1.10 Использование капельной воронки 1

1.11 Синтез в плоскодонной колбе – общие принципы 1

1.12 Синтез в круглодонной колбе – общие принципы 1

1.13 Синтез в закрытом сосуде – общие принципы 1

1.14 Использование оборудования для микросинтеза 3

1.15 Аппаратура для нагревания реакционной смеси с дефлегматором 2

1.16 Аппарат для перегонки жидкостей при нормальном давлении 2

1.17 Аппарат для перегонки жидкостей при пониженном давлении 3

1.18 Аппарат для перегонки с водяным паром 3

1.19 Фильтрация через плоский бумажный фильтр 1

1.20 Фильтрация через свернутый бумажный фильтр 1

1.21 Работа с водоструйным насосом 1

1.22 Фильтрация через воронку Бюхнера 1

1.23 Всасывание через стеклянный фильтр 1

1.24 Промывание осадков декантацией 1

1.25 Промывание осадков на фильтре 2

1.26 Высушивание осадков на фильтре с подходящими растворителями 2

1.27 Перекристаллизация веществ из водных растворов 1

1.28 Перекристаллизация веществ из известного органического растворителя 2

1.29 Практический выбор подходящего растворителя для перекристаллизации вещества 3

1.30 Высушивание веществ в сушильном шкафу 2

1.31 Высушивание веществ в эксикаторе 2



1.32	Соединение и использование промывной склянки	2
1.33	Экстракция с несмешивающимся растворителем	1

## **2. Идентификация неорганических и органических соединений - общие принципы**

2.1	Реакции в пробирке	1
2.2	Методика проведения реакций в кювете и на фильтровальной бумаге	1
2.3	Групповые реакции некоторых катионов и анионов по выбору организаторов	2
2.4	Селективные реакции некоторых катионов и анионов по выбору организаторов	2
2.5	Специфические реакции некоторых катионов и анионов по выбору организаторов	3
2.6	Идентификация элементов по окрашиванию пламени (с использованием платиновой проволоки, стержня MgO, кобальтового стекла)	2
2.7	Использование ручного и бунзеновского спектроскопа	3
2.8	Определение температуры плавления с помощью аппарата Кофлера (или аналогичного)	3
2.9	Качественное определение основных функциональных групп органических соединений по выбору организаторов	2
2.10	Проведение некоторых специфических реакций для идентификации органических соединений (по выбору организаторов)	3

## **3. Определение некоторых неорганических и органических соединений – общие принципы**

3.1	Количественное определение с помощью реакций осаждения	2
3.2	Прокаливание осадка в тигле	1

3.3	Количественный волюметрический анализ	1
3.4	Правила титрования	1
3.5	Использование шарика пипетки	1
3.6	Приготовление стандартного раствора	2
3.7	Алкалиметрический и ацидиметрический анализ	2
3.8	Цветовые переходы индикаторов при алкалиметрическом и ацидиметрическом анализе	2
3.9	Прямой и непрямой анализ (обратное титрование)	3
3.10	Манганометрический анализ	3
3.11	Иодометрический анализ	3
3.12	Другие типы анализа с использованием окислительно-восстановительных реакций	3
3.13	Комплексометрический анализ	3
3.14	Цветовые переходы индикаторов при комплексометрическом анализе	3
3.15	Волюметрический анализ с использованием реакций осаждения	3
3.16	Термометрическое титрование	3

## **4. Специальные измерения и процедуры**

4.1	Измерение с pH-метром	2
4.2	Тонкослойная хроматография	3
4.3	Колоночная хроматография	3
4.4	Разделение на ионообменнике	3
4.5	Измерение поглощения в УФ-видимом спектре с помощью спектрофотометра	3
4.6	Измерение электропроводности	3

## **5. Оценка результатов**

5.1	Оценка погрешности эксперимента (значащие цифры, графики)	1
-----	---	---

## **6. Если организаторы используют методику, которая не указана в данной программе, этой методике автоматически присваивается третий уровень.**