

## Программа Международной Химической Олимпиады

**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

#### 1.1. Введение

1.1.1.	Подсчет числа нуклонов	1
1.1.2.	Изотопы	1

#### 1.2. Атом водорода

1.2.1.	Понятие об уровнях энергии	1
1.2.2.	Форма $s$ -орбиталей	1
1.2.3.	Форма и ориентация $p$ -орбиталей	1
1.2.4.	Форма и ориентация $d$ -орбиталей	3
1.2.5.	Простейшее уравнение Шредингера	3
1.2.6.	Квадрат модуля волновой функции и вероятность	3
1.2.7.	Квантовые числа $n, l, m_l$	3

#### 1.3. Радиоактивность

1.3.1.	Типы радиоактивности	1
1.3.2.	Радиоактивный распад	1
1.3.3.	Ядерные реакции	2

### 2. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

#### 2.1. Теория ОЭПВО – структуры $c$

2.1.1.	$\leq 4$ электронных пар центрального атома	1
2.1.2.	центральным атомом, нарушающим "правило октета"	3

#### 2.2. Делокализация и резонанс

3

#### 2.3. Теория гибридизации орбиталей

3

#### 2.4. Теория молекулярных орбиталей

2.4.1.	Диаграмма молекулярных орбиталей: молекула $H_2$	3
2.4.2.	Диаграмма молекулярных орбиталей: молекулы $N_2$ и $O_2$	3
2.4.3.	Порядок связи в $O_2, O_2^+, O_2^-$	3
2.4.4.	Неспаренные электроны и парамагнетизм	3

### 3. ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

3.1.1.	Расчет коэффициентов в уравнениях реакций	1
3.1.2.	Стехиометрические расчеты	1
3.1.3.	Массовые, объемные соотношения (включая плотность)	1
3.1.4.	Эмпирическая формула	1
3.1.5.	Число Авогадро	1
3.1.6.	Расчет концентраций	1

## 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

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

## 5. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

<b>5.1. Введение</b>	
5.1.1. <i>Закономерности в физических свойствах (главные подгруппы)</i>	
5.1.1.1. Температура плавления	1
5.1.1.2. Температура кипения	1
5.1.1.3. Металлические свойства	1
5.1.1.4. Магнитные свойства	3
5.1.1.5. Электропроводность	2
5.1.2. Степень окисления	1
5.1.3. <i>Номенклатура</i>	
5.1.3.1. Соединения главных подгрупп	1
5.1.3.2. Соединения переходных металлов	1
5.1.3.3. Простые комплексы металлов	3
<b>5.2. Группы 1 и 2</b>	
5.2.1. Тенденции в реакционной способности (тяжелые элементы более реакционноспособны)	1
5.2.2. <i>Продукты реакций с</i>	
5.2.2.1. водой	1
5.2.2.2. галогенами	1
5.2.2.3. 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
<b>5.3. Группы 13-18 и водород</b>	
5.3.1. <i>Бинарные молекулярные соединения водорода</i>	
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. <i>Группа 13</i>	
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, свойства и степени окисления	3
5.3.3.	<i>Группа 14</i>	
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, кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов и хлоридов	2
5.3.3.3.	Другие соединения, свойства и степени окисления	3
5.3.4.	<i>Группа 15</i>	
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 NO и O <sub>2</sub> с образованием NO <sub>2</sub> .	1
	б) Димеризация NO <sub>2</sub> .	1
	в) Реакция NO <sub>2</sub> с водой	1
5.3.4.4.	Окислительно-восстановительные свойства	
	а) HNO <sub>3</sub> и нитратов	1
	б) HNO <sub>2</sub> и NH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> .	3
5.3.4.5.	Bi(+5) и Bi(+3)	3
5.3.4.6.	Другие соединения, свойства и степени окисления	3
5.3.5.	<i>Группа 16</i>	
5.3.5.1.	Степени окисления серы +4 и +6, реакции оксидов с водой, свойства кислот	1
5.3.5.2.	Реакция тиосульфата с I <sub>2</sub> .	3
5.3.5.3.	Другие соединения, свойства и степени окисления	3
5.3.6.	<i>Группа 17 (галогены)</i>	
5.3.6.1.	Реакционная способность и сила окислителей убывают от F <sub>2</sub> к I <sub>2</sub> .	1
5.3.6.2.	Кислотно-основные свойства галогеноводородов	1
5.3.6.3.	Степень окисления фтора в 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 Cl <sub>2</sub> O и Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> с водой	3
5.3.6.8.	Другие соединения, свойства и степени окисления	3
5.3.7.	<i>Группа 18</i>	3
<b>5.4. Переходные элементы</b>		
5.4.1.	Характерные степени окисления переходных металлов: Cr(+2), Cr(+3), Mn(+2), Mn(+4), Mn(+7), Ag(+1), Fe(+2), Fe(+3), Co(+2), Zn(+2), Hg(+1), Hg(+2), Cu(+1), Cu(+2), Ni(+2)	1
5.4.2.	Цвета перечисленных ионов в водных растворах	2
5.4.3.	Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn растворяются в разбавленной HCl, а Cu, Ag, Hg – нет	2
5.4.4.	Продукты растворения – катионы M <sup>2+</sup>	2
5.4.5.	Cr(OH) <sub>3</sub> и Zn(OH) <sub>2</sub> – амфотерные, а другие оксиды и гидроксиды M <sup>2+</sup> имеют основной характер	2
5.4.6.	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> и Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> – сильные окислители в кислой среде	1
5.4.7.	Продукты восстановления MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> 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, свойства и степени окисления	3
<b>5.5.</b>	<b>Лантаниды и актиниды</b>	<b>3</b>
<b>5.6.</b>	<b>Химия координационных соединений, включая стереохимию</b>	
5.6.1.	Определение координационного числа	1
5.6.2.	Составление уравнений комплексообразования по заданным формулам комплексов	1
5.6.3.	<i>Формулы типичных комплексных ионов</i>	
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 низкоспиновые комплексы)	3
5.6.5.	<i>Сtereохимия комплексов</i>	
5.6.5.1.	<i>цис и транс</i>	3
5.6.5.2.	<i>энантиомеры</i>	3
<b>5.7.</b>	<b>Некоторые промышленные процессы</b>	
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.	<i>Первый закон</i>	
6.2.1.1.	Понятие системы и окружающей среды	2
6.2.1.2.	Энергия, теплота и работа	2
6.2.2.	<i>Энтальпия</i>	
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 $C_v$ (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.	<i>Второй закон (энтропия и энергия Гиббса)</i>	
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
<b>6.3. Равновесие</b>		
6.3.1.	<i>Кислота-основание</i>	
6.3.1.1.	Определение по Аррениусу	1
6.3.1.2.	Определение 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.	<i>Газовая фаза</i>	
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.	<i>Растворимость</i>	
6.3.3.1.	Определение ПР	2
6.3.3.2.	Расчет растворимости в воде по ПР	2
6.3.4.	<i>Равновесия с участием комплексов</i>	
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.	<i>Фазовые переходы</i>	
6.3.5.1.	Температурная зависимость давления пара	3
6.3.5.2.	Уравнение Клаузиуса-Клапейрона	3
6.3.5.3.	Фазовые диаграммы однокомпонентных систем	
	а) тройная точка	3
	б) критическая точка	3
6.3.5.4.	Равновесие жидкость-пар	
	а) идеальные и неидеальные системы	3
	б) фазовые диаграммы	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.	<i>Сложные равновесия</i>	
6.3.6.1.	Расчет pH для многоосновных кислот	3
6.3.6.2.	Расчет pH для смесей слабых кислот	3
<b>6.4. Электрохимия</b>		
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
7.1.2.	Координата реакции и основная идея теории активированного комплекса	1

### 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.	<i>Реакции первого порядка</i>	
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 а) дифференциального кинетического уравнения б) проинтегрированного кинетического уравнения	3 3
7.2.4.5.	Константы скорости для реакций второго и третьего порядка	3

### 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.	<i>Уравнение Аррениуса</i>	
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

### 8.2. Инфракрасная

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

### 8.3. Рентгеновское излучение

8.3.1.	Закон Брэгга	3
8.3.2.	<i>Основные понятия:</i>	
8.3.2.1.	координационное число	3
8.3.2.	элементарная ячейка	3
8.3.3.	<i>Структуры:</i>	

8.3.3.1.	NaCl	3
8.3.3.2.	CsCl	3
8.3.3.3.	металлов	3
<b>8.4. ЯМР</b>		
8.4.1.	<i>Общие понятия:</i>	
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 (на примере $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )	3
8.4.3.	Идентификация <i>o</i> - и <i>n</i> -замещенных бензолов	3
8.4.4.	Интерпретация простых спектров ЯМР $^{13}\text{C}$ (с протонной развязкой) и других ядер со спином 1/2.	3
<b>8.5. Масс-спектрометрия</b>		
8.5.1.	Определение молекулярного иона	3
8.5.2.	Определение фрагментов по таблице	3
8.5.3.	Определение типичного распределения изотопов	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.	<i>Изомерия алкенов</i>	
9.1.5.1.	<i>цис-транс</i>	1
9.1.5.2.	<i>E/Z</i>	3
9.1.6.	<i>Энантиомеры</i>	
9.1.6.1.	Оптическая активность	2
9.1.6.2.	<i>R/S</i> номенклатура	3

### 9.2. Реакционная способность

9.2.1.	<i>Алканы</i>	
9.2.1.1.	Реакция с галогенами:	
	а) продукты	1
	б) свободнорадикальный механизм	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.	<i>Алкены</i>	
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.	<i>Алкены</i>	
9.2.3.1.	Кислотные свойства	3

9.2.3.2.	Отличие химических свойств от алкенов	3
9.2.4.	<i>Бензол</i>	
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.	<i>Галогениды</i>	
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 $S_N1$ и $S_N2$ .	3
9.2.5.3.	Реакции элиминирования	2
9.2.5.4.	Конкуренция замещения и элиминирования	2
9.2.6.	<i>Спирты</i>	
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.	<i>Альдегиды и кетоны</i>	
9.2.7.1.	Номенклатура монофункциональных соединений	1
9.2.7.2.	Окисление альдегидов	1
9.2.7.3.	Восстановление до спиртов ( $LiAlH_4$ , $LiBH_4$ )	3
9.2.7.4.	Кето-енольная таутомерия	3
9.2.7.5.	Реакции нуклеофильного присоединения	
	а) $HCN$	3
	б) $RNH_2$ ( $R =$ алкил, $HO$ , $NH_2$ )	3
	в) енолят-анионов (альдольная конденсация)	3
	г) спиртов с образованием ацеталей и кеталей	3
	д) реактивов Гриньяра	3
9.2.8.	<i>Карбоновые кислоты и их производные</i>	
9.2.8.1.	Номенклатура карбоновых кислот и их производных (сложных эфиров, галогенангидридов, амидов)	2
9.2.8.2.	Индуктивный эффект и сила кислот	3
9.2.8.3.	Получение карбоновых кислот гидролизом:	
	а) сложных эфиров (жиров)	1
	б) амидов	2
	в) нитрилов	3
9.2.8.4.	Реакции карбоновых кислот	
	а) со спиртами с образованием сложных эфиров	1

	б) с образованием хлорангидридов	3
	в) с образованием ангидридов	3
9.2.8.5.	Превращение хлорангидридов в амиды	3
9.2.8.6.	Механизм этерификации	3
9.2.8.7.	Многофункциональные кислоты (гидроксикислоты, кетокислоты)	3
9.2.8.8.	Многоосновные кислоты	3
9.2.9.	<i>Амины</i>	
9.2.9.1.	Номенклатура	
	а) простых аминов	1
	б) распознавание первичных, вторичных и третичных аминов	1
9.2.9.2.	Основность	
	а) как свойство аминов	1
	б) Сравнение основности алифатических и ароматических аминов	3
	в) Сравнение основности аминов и амидов	3
	г) Получение аминов	
	i) из галогенидов	3
	ii) из ароматических нитросоединений	3
	iii) из амидов	3
9.2.9.3.	Диазотирование	
	а) алифатических аминов	3
	б) ароматических аминов	3

## 10. ПОЛИМЕРЫ

### 10.1. Синтетические

10.1.1.	<i>Полимеры, полученные по реакции полимеризации</i>	
10.1.1.1.	Полистирол	2
10.1.1.2.	Полиэтилен	1
10.1.1.2.	Цепной механизм полимеризации	2
10.1.2.	<i>Полимеры, полученные по реакции поликонденсации</i>	
10.1.2.1.	Полиэфир	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.	<i>Глюкоза и фруктоза</i>	
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 $\alpha$ - и $\beta$ -D-глюкозой	2

### 11.2. Жиры

11.2.1.	Строение жиров и его связь со свойствами	2
---------	--	---

11.2.2.	Формула глицерина	1
<b>11.3. Азотсодержащие биологически активные вещества</b>		
11.3.1. <i>Аминокислоты</i>		
11.3.1.1.	Ионная структура аминокислот	1
11.3.1.2.	Изоэлектрическая точка	3
11.3.1.3.	20 аминокислот (классификация по данным структурам)	2
11.3.1.4.	Разделение электрофорезом	3
11.3.1.5.	Пептидная связь	1
11.3.2. <i>Белки</i>		
11.3.2.1.	Первичная структура белков	1
11.3.2.2.	Дисульфидные мостики	3
11.3.2.3.	Секвенирование	3
11.3.2.4.	Вторичная структура	3
11.3.2.5.	Детали $\alpha$ -спиральной структуры	3
11.3.2.6.	Третичная структура	3
11.3.2.7.	Денатурация при изменении рН, температуры, под действием металлов и спирта	2
11.3.3. <i>Нуклеиновые кислоты и синтез белков</i>		
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 (водородные связи)	3
11.3.3.6.	Различие между ДНК и РНК	3
11.3.3.7.	Различие между м-РНК и т-РНК	3
<b>11.4. Ферменты</b>		
11.4.1.	Общие свойства, активные центры	3
11.4.2.	Номенклатура, кинетика, коферменты, функция АТФ	3

## 12. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### 12.1. Титрование

12.1.1. <i>Кислотно-основное титрование</i>		
12.1.1.1.	Кривая титрования; рН (сильные, слабые кислоты)	2
12.1.1.2.	Выбор кислотно-основных индикаторов	2
12.1.2.	Окислительно-восстановительное титрование	3

### 12.2. Качественный анализ

12.2.1. <i>Ионы (неорганические)</i>		
12.2.1.1.	Идентификация $\text{Ag}^+$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$	2
12.2.1.2.	Идентификация других анионов и катионов	3
12.2.2. <i>Органические функциональные группы</i>		
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.	<b>Хроматографические методы разделения</b>	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.

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

### 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 растворителями	2
1.27.	Перекристаллизация веществ из водных растворов	1
1.28.	Перекристаллизация веществ из известного органического растворителя	2
1.29.	Практический выбор растворителя для перекристаллизации	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	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.	Комплексонометрический анализ	3
3.14.	Цветовые переходы индикаторов в комплексонометрическом 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 рН-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
------	---	---