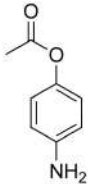
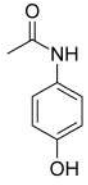
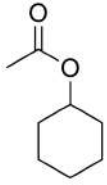
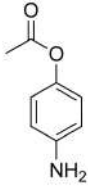
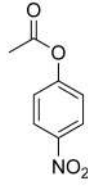


Максимальное количество баллов за олимпиаду — 50

Задание 1. Фенол вступил в реакции нитрования (N), ацилирования (A) и восстановления (R). Определите основной продукт для каждой последовательности реакций.

В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы;

Ответ:

N, A, R	
N, R, A	
R, A	
A, N, R	
	

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

а) Фенол нитруется в пара-положение, затем группа OH ацилируется, далее NO₂ восстанавливается до NH₂.

б) Фенол нитруется в пара-положение, затем NO₂ восстанавливается до NH₂. Аминогруппа ацилируется легче, чем гидроксогруппа.

в) В феноле восстановление может происходить только как гидрирование бензольного кольца. Вторая стадия — ацилирование OH.

г) Фенол ацилируется по группе OH. Образующаяся группа OC(O)R — ориентант 1-го рода, нитрование происходит в пара-положение, а восстанавливается затем группа NO₂ до NH₂.

Задание 2. Установите соответствие между нерастворимыми в воде веществами и их свойствами.

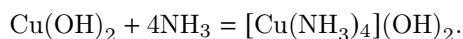
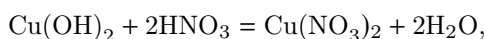
В этом задании каждому варианту из левого столбца соответствует ровно один вариант из правого столбца. Ответы приведены ниже в нужном порядке.

Ответ:

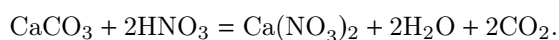
Гидроксид меди (II)	Растворим и в азотной кислоте, и в водном аммиаке
Карбонат кальция	Растворим в азотной кислоте, но нерастворим в водном аммиаке
Хлорид серебра (I)	Растворим в водном аммиаке, но нерастворим в азотной кислоте
Сульфат бария	Нерастворим ни в азотной кислоте, ни в водном аммиаке

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего 4 балла**Максимальный балл за задание — 4****Решение.**

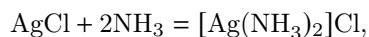
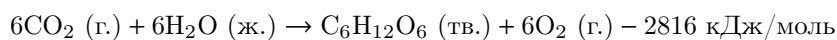
а)



б)

В аммиаке CaCO_3 нерастворим.

в)

в азотной кислоте AgCl нерастворим.г) BaSO_4 нерастворим ни в аммиаке, ни в HNO_3 .**Задание 3. Вариант 1.** Термохимическое уравнение фотосинтеза можно записать следующим образом:

Считая, что вся энергия для фотосинтеза берётся только из света и используется со 100 % эффективностью, определите мощность источника света, необходимую для синтеза глюкозы со скоростью 1 миллиграмм в секунду. Ответ выразите в ваттах (1 Вт = 1 Дж/с), округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [15; 16]**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 4 балла**Максимальный балл за задание — 4****Решение.**1 миллиграмм $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ — это $\frac{1}{180000}$ моль, для образования требуется:

$$\frac{2816000}{180000} = 15.6 \approx 16 \text{ Дж.}$$

$$16 \text{ Дж/с} = 16 \text{ Вт.}$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 3.

№ Варианта	Скорость синтеза	Нижняя граница интервала	Верхняя граница интервала
1	1	15	16
2	1.2	18	19
3	1.4	21	22
4	1.6	25	26
5	1.8	28	29
6	2	31	32
7	2.2	34	35
8	2.4	37	38
9	2.6	40	41
10	2.8	43	44
11	3	46	47
12	3.2	50	51
13	3.4	53	54
14	3.6	56	57
15	3.8	59	60
16	4	62	63
17	4.2	65	66
18	4.4	68	69
19	4.6	71	72
20	4.8	75	76
21	5	78	79

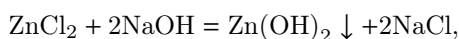
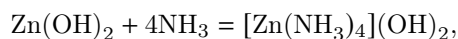
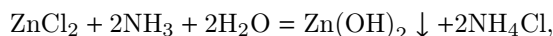
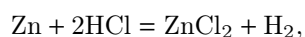
Задание 4. Металл X растворили в избытке соляной кислоты. К полученному раствору добавили водный раствор аммиака. Сначала наблюдалось выпадение белого аморфного осадка, который при добавлении избытка аммиака растворился. Если вместо аммиака использовать гидроксид натрия, то наблюдается та же картина: сначала выпадает белый аморфный осадок, который растворяется в избытке щёлочи. Запишите химический символ металла X. Известно, что атомный номер металла меньше 40.

Ответ: Zn

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.



Задание 5. В водном растворе HF количество протонов в 1.2 раза больше количества нейтронов. Найдите массовую долю HF в этом растворе. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [18; 18.4]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

В молекуле HF — 10 протонов и 10 нейтронов, а в молекуле H₂O — 10 протонов и 8 нейтронов. Пусть $\nu(\text{HF}) = x$ моль, $\nu(\text{H}_2\text{O}) = y$ моль, тогда:

$$\frac{(10x + 10y)}{(10x + 8y)} = 1.2,$$

откуда следует:

$$y = 5x,$$

$$v(\text{HF}) = \frac{1 \cdot 20}{(1 \cdot 20 + 5 \cdot 18)} = 0.182 = 18.2 \%$$

Задание 6. Выберите вещества, содержащие ковалентные гомоядерные связи:

Ответ:

- TiO_2
- ✓ BaO_2
- ✓ FeS_2
- CS_2
- ✓ CaC_2
- Li_3N
- ✓ NaN_3
- Al_2Cl_6

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. За каждую ошибку снимается 1 балл

Всего 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Гомоядерные связи есть в анионах O_2^{2-} (BaO_2), S_2^{2-} (FeS_2), C_2^{2-} (CaC_2) и N_3^- (NaN_3).

Задание 7. Установите соответствие между кетонами и органическими продуктами их окислительного расщепления азотной кислотой.

В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы.

Ответ:

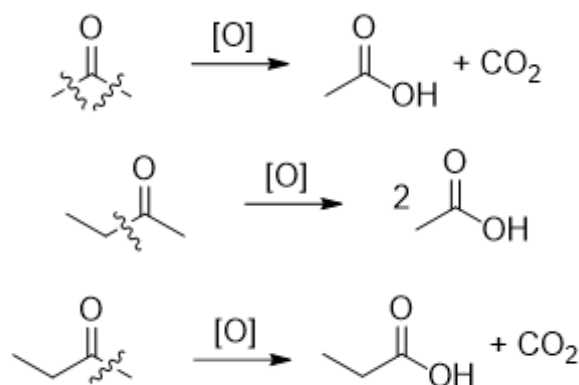
Ацетон	Только уксусная кислота
Бутанон-2	Уксусная и пропионовая кислоты
Пентанон-3	Уксусная и пропионовая кислоты
Циклопентанон	Только глутаровая (пентандиовая) кислота
	Только пропионовая кислота

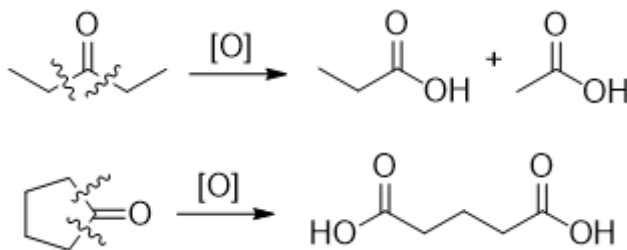
Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Окисление углеводородного радикала может происходить с любой стороны от карбонильной группы.





Задание 8. Серовато-зелёное твёрдое вещество **A** сплавили с гидроксидом калия и калийной селитрой. Полученное жёлтое вещество **B** растворили в воде и добавили избыток концентрированной серной кислоты. При этом наблюдалось выпадение тёмно-красного бинарного соединения **B**. Какой металл содержат в своём составе вещества **A**, **B** и **B**? В ответ запишите его химический символ.

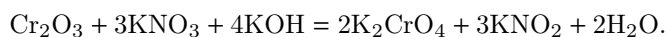
Ответ: Cr

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

На хром намекают цвета всех трёх соединений. **A** — Cr_2O_3 , **B** — K_2CrO_4 , **B** — CrO_3 . Первая реакция — окислительное сплавление:



Вторая — образование хромового ангидрида:



Задание 9. При сжигании 10 г некоторого ациклического органического соединения (плотность паров по водороду меньше 60) образовалось 11.2 л углекислого газа (при н. у.) и 7.2 мл воды.

а) Расставьте индексы в формуле этого соединения. Если индекс единичный, запишите 1.

Ответ: $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего 3 балла

б) Сколько π -связей в данном соединении?

Ответ: 2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) = \left(\frac{11.2}{22.4} \right) : \frac{\left(\frac{2 \cdot 7.2}{18} \right)}{\left(\frac{(10 - 0.5 \cdot 12 - 0.8 \cdot 1)}{16} \right)} = 5 : 8 : 2.$$

Простейшая формула совпадает с истинной, так как $D_{\text{H}_2} < 60$. В соединении — на 4 атома водорода меньше, чем в предельном соединении с таким же числом атомов углерода, следовательно, число π -связей = $\frac{4}{2} = 2$.

Задание 10. Элементы **A** и **B** находятся в одной подгруппе Периодической системы. Они образуют друг с другом твёрдое бинарное соединение **B**, растворимое в щелочах и проявляющее заметные окислительные свойства. Массовая доля элемента **A** в этом соединении в 2.47 раза больше массовой доли элемента **B**.

а) Запишите символ элемента **A**:

Ответ: Se

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Запишите символ элемента **B**:

Ответ: O

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Запишите формулу бинарного соединения **B**:

Ответ: SeO_2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Бинарное соединение, растворяющееся в щелочах, — вероятнее всего, кислотный оксид. Пусть его формула $\text{EO}_{x/2}$, тогда, по условию, или $\frac{M(\text{Э})}{8x} = 2.47$ или $\frac{8x}{M(\text{Э})} = 2.47$. Во втором случае разумных решений нет, а в первом есть: $x = 4$, $M(\text{Э}) = 79$ г/моль. Элементы — O и Se, формула оксида — SeO_2 .

Задание 11. Установите соответствие между реагентом и типом реакции, в которую этот реагент вступает с пропеном.

В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы.

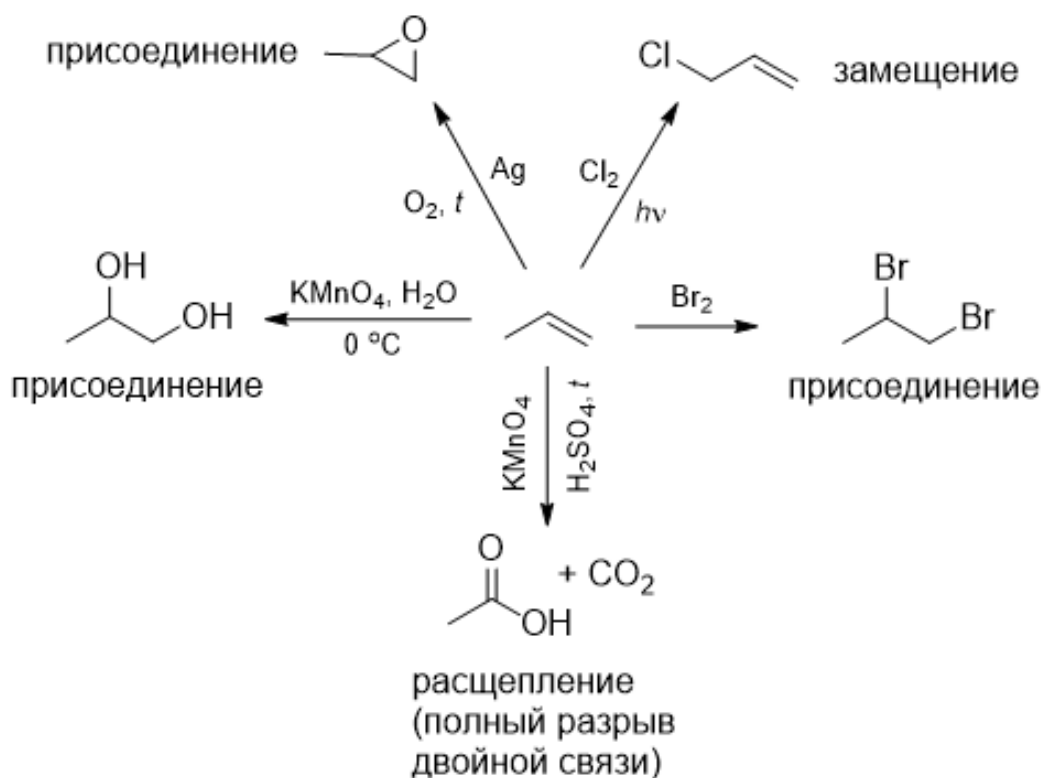
Ответ:

Br ₂ (в темноте)	Присоединение
Cl ₂ (на свету)	Замещение
KMnO ₄ , H ₂ O, 0°	Присоединение
KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , 0°	Расщепление
O ₂ , Ag, t	Присоединение
	Отщепление
	Изомеризация

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.



Задание 12. В вашем распоряжении есть L-лизин, L-аланин, L-триптофан, L-валин и L-метионин.

а) Сколько различных дипептидов можно составить, используя предоставленные аминокислоты?

Ответ: 25

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Сколько из этих дипептидов можно однозначно идентифицировать по продуктам полного кислотного гидролиза?

Ответ: 5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

5 аминокислот возможно на N-конце и 5 – на C-конце, общее число дипептидов: $5^2 = 25$. Если дипептид состоит из разных аминокислот, АВ, то при полном гидролизе получатся те же продукты, что и из ВА. Поэтому однозначно можно идентифицировать только те дипептиды, которые образованы остатками одной аминокислоты, а таких дипептидов 5.

Сириус.Курсы — для тех,
кто хочет знать больше!

