

Для члена жюри

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

2025-2026 учебный год

ХИМИЯ

11 класс

Критерии проверки

Общее время выполнения работы – 3 часа 55 минут (235 минут).

Максимальное количество баллов за все задания - 100

При проверке и оценивании работ необходимо на каждом листе в тетради поставить подпись члена жюри. Для каждого задания указываются фактически набранные баллы по критериям.

ЗАДАНИЕ №1
(СОСТАВИТЕЛЬ ВЕРЕМЕЙЧИК Я.В.)

Химики широко используют кислотно-основные индикаторы - вещества, изменяющие цвет в зависимости от кислотности раствора, обеспечивая визуальное представление о концентрации протонов водорода. Изменение цвета напрямую связано с изменением структуры вещества. Одним из таких индикаторов является фенолфталеин.

1. Выведите молекулярную формулу фенолфталеина, если известно, что при сгорании 31,8 г этого вещества образуется 44,8 л углекислого газа и 12,6 г воды.
2. В промышленности фенолфталеин получают взаимодействием фталевого ангидрида и фенола.

Напишите уравнение протекающей при этом реакции с использованием структурных формул реагентов и целевого продукта.

3. В зависимости от кислотности среды строение фенолфталеина может быть представлено тремя различными структурными формулами. Напишите эти формулы, если известно, что

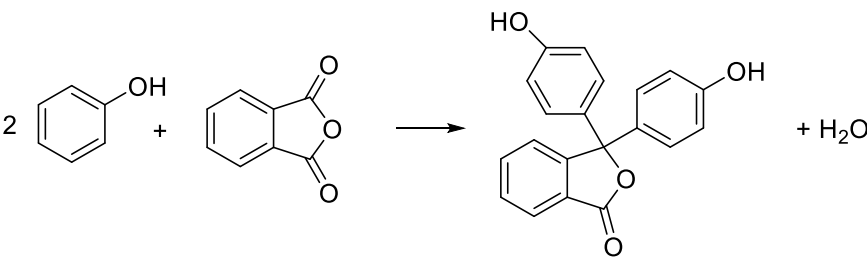
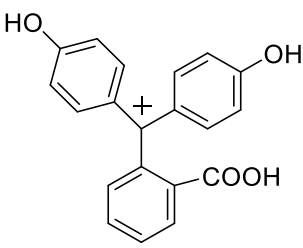
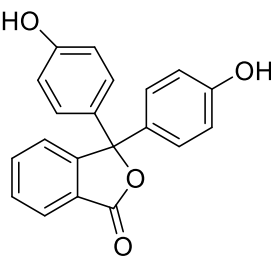
А) в очень кислой среде при $\text{pH} < -1$ индикатор имеет оранжевый цвет, все функциональные группы находятся в протонированной форме, все атомы углерода находятся в sp^2 гибридном состоянии и существует в виде третичного карбкатиона (имеет заряд +1);

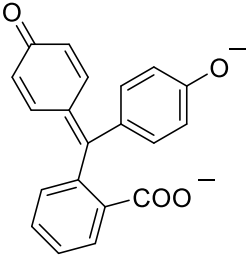
Б) при значениях pH от 0 до 7 раствор индикатора бесцветен, имеется 1 атом углерода в sp^3 гибридном состоянии, (заряд молекулы 0);

В) при значениях pH от 8 до 10 имеет розовый (фуксиновый) цвет, находятся в максимально возможном депротонированном состоянии, все атомы углерода опять находятся в sp^2 гибридном состоянии и общий заряд равен 2^- .

Критерии оценивания

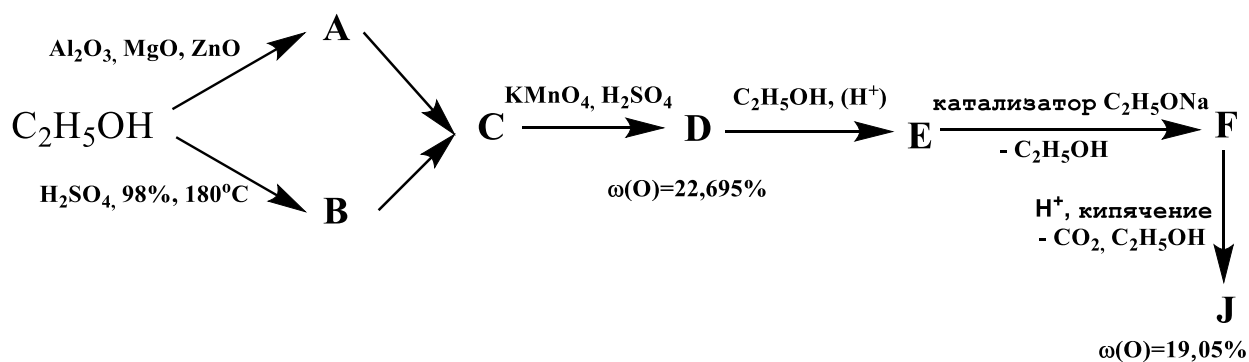
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Представлен состав индикатора в общем виде $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$	1 балл
Рассчитаны количество вещества и масса углерода $n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 44,8 / 22,4 = 2 \text{ моль}$ $m(\text{C}) = 2 * 12 = 24 \text{ г}$	1 балл
Рассчитаны количество вещества и масса водорода	1 балл

$n(\text{H}_2\text{O}) = 12,6 / 18 = 0,7 \text{ моль}$ $n(\text{H}) = 2 * n(\text{H}_2\text{O}) = 1,4 \text{ моль}$ $m(\text{H}) = 1,4 * 1 = 1,4 \text{ г}$	
Рассчитан масса и количество вещества кислорода $m(\text{O}) = 31,8 - 24 - 1,4 = 6,4 \text{ г}$ $n(\text{O}) = 6,4 / 16 = 0,4 \text{ моль}$	1 балл
Рассчитано соотношение x:y:z и выведена формула фенолфталеина $x : y : z = 2 : 1,4 : 0,4 = 20 : 14 : 4$ молекулярная формула фенолфталеина $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$	1 балл
Написано уравнение получения фенолфталеина с использованием структурных формул 	4 балла
Написаны структурные формулы фенолфталеина в зависимости от pH среды	
При pH < -1 	3 балла
При pH 0-7 	1 балл
При pH 8-10	3 балла

	
Максимальное количество баллов	16 баллов

ЗАДАНИЕ №2
(СОСТАВИТЕЛЬ ВЕРЕМЕЙЧИК Я.В.)

Рассмотрите последовательность превращений, предложенных на схеме:

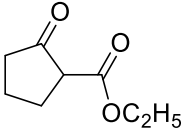
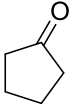


В ответе:

1. Напишите уравнения реакций получения соединений А – Е. используйте структурные формулы для органических веществ;
2. Для соединений F и J напишите структурные формулы.

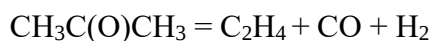
Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Написано уравнение реакции получения соединения А: $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3, \text{MgO, ZnO}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$	2 балла
Написано уравнение реакции получения соединения В: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, 98\%, 180^\circ\text{C}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла

Написано уравнение реакции получения соединения С: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}$	2 балла
Написано уравнение реакции получения соединения D: $5 \text{C}_6\text{H}_{10} + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 5 \text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH} + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$	2 балла
Написано уравнение реакции получения соединения Е: $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOC}_2\text{H}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$	2 балла
Написана структурная формула вещества F: 	3 балла
Написана структурная формула вещества J и подтверждена расчётами: Молекулярная формула J C₅H₈O M(C₅H₈O) = 84 г/моль ω (O) = 16 / 84 * 100 = 19,05 % 	3 балла (без расчета 2 балла)
ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Если в уравнении отсутствуют один или все коэффициенты уравнение не оценивается!	
Максимальное количество баллов	16 баллов

ЗАДАНИЕ №3
(СОСТАВИТЕЛЬ ВЕРЕМЕЙЧИК Я.В.)

В замкнутый сосуд ввели 150 г ацетона и нагрели до 510 °С. При этой температуре ацетон распадается по реакции первого порядка до этилена, монооксида углерода и водорода по уравнению;



За 750 секунд поглотилось 125,4 кДж теплоты.

1. Определите тепловой эффект реакции разложения ацетона в кДж/моль;
2. Определите, какая часть ацетона разложилась за 750 секунд (в %);
3. Рассчитайте период полураспада ацетона, если кинетика реакции первого порядка описывается уравнением

$$m(t) = m(0) * (1/2)^{t/T_{1/2}},$$

где $m(0)$ и $m(t)$ – массы вещества в начале реакции в момент времени t ;

$T_{1/2}$ – период полураспада (в минутах)

4. Сколько разложится ацетона (в г) и поглотится теплоты за 50 минут.
При расчетах для количества вещества и массы используйте округление до тысячных.

Теплоты образования веществ при температуре реакции приведены в таблице.

Вещество	$Q_{\text{обр.}}$, кДж/моль
ацетон	235,6
этилен	-40,7
монооксид углерода	110,8

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Рассчитан тепловой эффект реакции разложения ацетона $Q_{\text{реакции}} = Q_{\text{образ.}}(\text{C}_2\text{H}_4) + Q_{\text{образ.}}(\text{CO}) - Q_{\text{образ.}}(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 110,8 + (-40,7) - 235,6 = -165,5 \text{ кДж/моль}$	2 балла
Рассчитано, сколько ацетона разложилось за 1125 секунд 1 моль - -165,5 кДж x моль - -124,1 кДж $x = 125,4/165,5 = 0,758 \text{ моль}$ $m = 0,758 \text{ моль} * 58 \text{ г/моль} = 43,964 \text{ г}$ $43,964/150 = 0,293 \text{ (29,3 \%)}$	4 балла
Подставлены соответствующие величины в кинетическое уравнение: Секунды переведены в минуты: 750 секунд = 12,5 минут $(150-43,964) = 150 * (1/2)^{12,5/T_{1/2}}$ При решении получаем $T_{1/2} = 25 \text{ минут}$	5 баллов

Рассчитана масса разложившегося ацетона за 50 минут 50 минут – это два периода полураспада, следовательно, за это время разложится $\frac{3}{4}$ количества вещества $150 \cdot \frac{3}{4} = 112,5$ г	3 балла
Рассчитано количество поглотившегося тепла за 50 минут $112,6 \text{ г} / 58 \text{ г/моль} \cdot 165,5 \text{ кДж} = 321,013 \text{ кДж}$	2 балла
Максимальное количество баллов	16 баллов

ЗАДАНИЕ №4
(СОСТАВИТЕЛЬ МАИЛОВ А.С.)

Какую массу квасцов $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ необходимо добавить к 400 г 8%-ного раствора сульфата калия, чтобы массовая доля последнего увеличилась вдвое?

Найдите объем газа (при н.у.), который выделится при действии на полученный раствор избытка сульфида калия.

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Балл
1	Рассчитаем массу сульфата калия в растворе: $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 400 \times 0,08 = 32 \text{ г}$, $M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174 \text{ г/моль}$.	1 балл
2	Добавим к раствору x моль квасцов $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $M(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474 \text{ г/моль}$; в них содержится $x/2$ моль K_2SO_4 : $m(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474x \text{ г}$	2 балла
3	$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 32 + 174 \cdot x/2 = 32 + 87x \text{ г}$	1 балл
4	$m(\text{р-ра}) = 400 + 474x \text{ г}$	1 балл
5	По условию массовая доля K_2SO_4 в конечном растворе вдвое больше, т.е. 16% , тогда: $(32 + 87x)/(400 + 474x) = 0,16$; $x = 1,20 \text{ моль}$.	1 балл

6	Масса добавленных квасцов равна: $m(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474 \text{ г/моль} \times 1,20 \text{ моль} = 568,8 \text{ г.}$	2 балла
7	Составим уравнение реакции взаимодействия сульфата алюминия с избытком сульфида калия: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$	4 балла
8	В образовавшемся растворе содержится $x/2 = 0,600$ моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	1 балл
9	По уравнению реакции количество вещества H_2S равно $3n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$: $n(\text{H}_2\text{S}) = 3 \times 0,600 = 1,80$ моль	1 балл
10	$V(\text{H}_2\text{S}) = 1,80 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 40,32 \text{ л}$	2 балла
Максимальный балл за задание		16 баллов
ПРИМЕЧАНИЕ Если в уравнении реакции отсутствуют коэффициенты или коэффициенты выставлены неверно, то уравнение оценивается в половину баллов		