

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

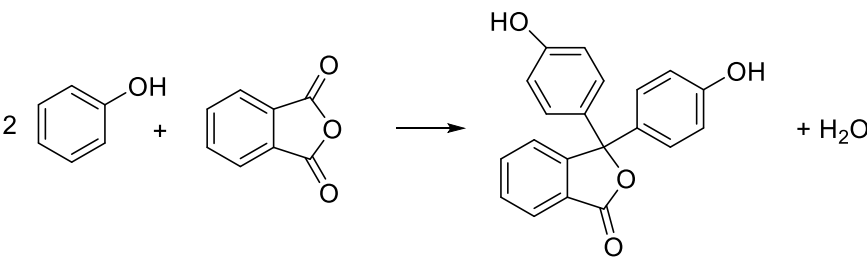
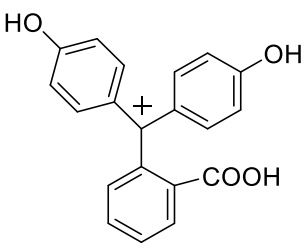
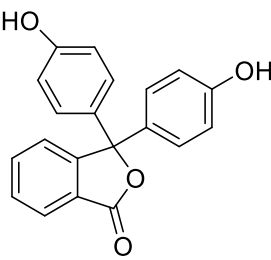
А) в очень кислой среде при $\text{pH} < -1$ индикатор имеет оранжевый цвет, все функциональные группы находятся в протонированной форме, все атомы углерода находятся в sp^2 гибридном состоянии и существует в виде третичного карбкатиона (имеет заряд +1);

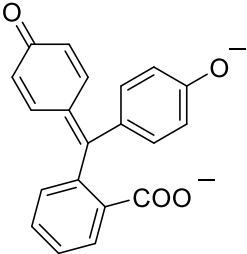
Б) при значениях pH от 0 до 7 раствор индикатора бесцветен, имеется 1 атом углерода в sp^3 гибридном состоянии, (заряд молекулы 0);

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

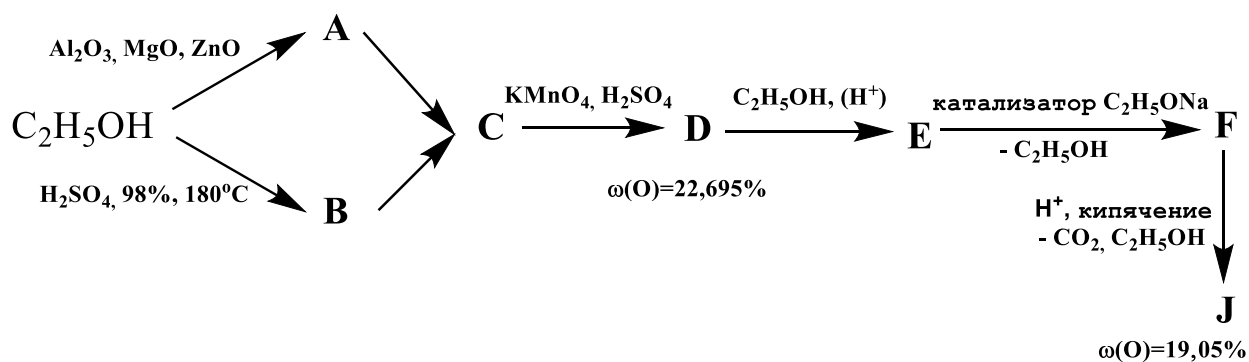
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Представлен состав индикатора в общем виде $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$	1 балл
Рассчитаны количество вещества и масса углерода $n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 44,8 / 22,4 = 2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

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

	
Максимальное количество баллов	16 баллов

ЗАДАНИЕ №2
(СОСТАВИТЕЛЬ ВЕРЕМЕЙЧИК Я.В.)

Рассмотрите последовательность превращений, предложенных на схеме:

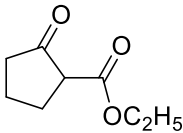
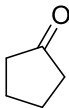


В ответе:

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

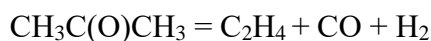
Критерии оценивания

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

<p>Написано уравнение реакции получения соединения С:</p> $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow \text{Cyclohexene}$	2 балла
<p>Написано уравнение реакции получения соединения D:</p> $5 \text{Cyclohexene} + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 5 \text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$	2 балла
<p>Написано уравнение реакции получения соединения Е:</p> $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOC}_2\text{H}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$	2 балла
<p>Написана структурная формула вещества F:</p> 	3 балла
<p>Написана структурная формула вещества J и подтверждена расчётами:</p> <p>Молекулярная формула J $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$</p> <p>$M(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}) = 84 \text{ г/моль}$</p> <p>$\omega(\text{O}) = 16 / 84 \cdot 100 = 19,05 \%$</p> 	<p>3 балла</p> <p>(без расчета 2 балла)</p>
<p>ПРИМЕЧАНИЯ:</p> <p>1. Если в уравнении отсутствуют один или все коэффициенты уравнение не оценивается!</p>	
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
<p>Рассчитан тепловой эффект реакции разложения ацетона</p> <p>$Q_{\text{реакции}} = Q_{\text{образ.}}(\text{C}_2\text{H}_4) + Q_{\text{образ.}}(\text{CO}) - Q_{\text{образ.}}(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 110,8 + (-40,7) - 235,6 = -165,5 \text{ кДж/моль}$</p>	<p>2 балла</p>
<p>Рассчитано, сколько ацетона разложилось за 1125 секунд</p> <p>1 моль - -165,5 кДж x моль - -124,1 кДж $x = 125,4/165,5 = 0,758 \text{ моль}$</p> <p>$m = 0,758 \text{ моль} * 58 \text{ г/моль} = 43,964 \text{ г}$</p> <p>$43,964/150 = 0,293 \text{ (29,3 \%)}$</p>	<p>4 балла</p>
<p>Подставлены соответствующие величины в кинетическое уравнение:</p> <p>Секунды переведены в минуты: 750 секунд = 12,5 минут</p> <p>$(150-43,964) = 150 * (1/2)^{12,5/T_{1/2}}$</p> <p>При решении получаем $T_{1/2} = 25 \text{ минут}$</p>	<p>5 баллов</p>

<p>Рассчитана масса разложившегося ацетона за 50 минут</p> <p>50 минут – это два периода полураспада, следовательно, за это время разложится $\frac{3}{4}$ количества вещества</p> <p>$150 \cdot \frac{3}{4} = 112,5$ г</p>	3 балла
<p>Рассчитано количество поглотившегося тепла за 50 минут</p> <p>$112,6 \text{ г} / 58 \text{ г/моль} \cdot 165,5 \text{ кДж} = 321,013 \text{ кДж}$</p>	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 $3n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3):$ $n(\text{H}_2\text{S}) = 3 \times 0,600 = 1,80 \text{ моль}$	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 <ul style="list-style-type: none"> Если в уравнении реакции отсутствуют коэффициенты или коэффициенты выставлены неверно, то уравнение оценивается в половину баллов 		

ЗАДАНИЕ №5

(СОСТАВИТЕЛЬ ГОЛОВИН А.В.)

Часть 1.

В аптеке можно приобрести ампулы с раствором тиосульфата натрия. На 1 мл такого раствора приходится 300 мг пентагидрата тиосульфата натрия. Рассчитайте молярную концентрацию тиосульфата натрия в таком растворе.

Разбавьте такой аптечный раствор в 10 раз в емкости, чей итоговый объем равен 10 мл. Какой объем аптечного раствора тиосульфата натрия необходимо для этого взять?

Часть 2.

В аптеке можно приобрести 5%-й раствор йода ($\rho = 1,03 \text{ г/мл}$). Пропишите реакцию взаимодействия йода и тиосульфата натрия. Рассчитайте объем такого раствора йода, необходимого для полного протекания реакции с приготовленным ранее раствором тиосульфата натрия?

Часть 3.

К приготовленному раствору тиосульфата натрия добавьте 1 мл 1% раствора крахмала. Далее при помощи пипетки Пастера по каплям добавляйте раствор йода, отсчитывая их количество. После добавления каждой капли тщательно перемешивайте

раствор. Как только раствор приобретет устойчивую синюю окраску, добавление раствора йода необходимо закончить.

Считая, что одна капля раствора йода имеет объем 0,04 мл, сравните теоретический объем (часть 2) и практический объем (часть 3) раствора йода, необходимого для полного взаимодействия с тиосульфатом натрия. В качестве ответа на поставленный вопрос приведите расчет абсолютной ошибки и возможные причины расхождения теоретического и практического результата (как минимум 1).

Абсолютная ошибка – разница между измеренным значением величины и ее истинным значением

$$\Delta V = V_{\text{практ}} - V_{\text{теор}}$$

Теоретический вопрос:

Можно ли было не использовать индикатор крахмал для определения конца реакции между тиосульфатом натрия и йода? Объясните почему?

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Балл
Часть 1. Всего баллов – 6		
1	<p><u>Верно проведен расчет молярной концентрации тиосульфата натрия:</u></p> $1) \ n(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = \frac{m(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O)}{M(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O)} = \frac{300 \cdot 0,001}{248} = 0,0012 \text{ моль}$ $n(Na_2S_2O_3) = n(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = 0,0012 \text{ моль}$ $2) \ C(Na_2S_2O_3) = \frac{n(Na_2S_2O_3)}{V} = \frac{0,0012}{1 \cdot 0,001} = 1,2 \text{ моль/л}$	2 балла
2	<p><u>Верно рассчитан объем раствора тиосульфата натрия, необходимо для приготовления раствора, разбавленного в 10 раз</u></p> $1) \text{ Приведено заключение, что конечная концентрация раствора равна } 0,12 \text{ моль/л.}$ $1,2 \text{ моль/л} / 10 = 0,12 \text{ моль/л}$ $2) \text{ Приведено заключение, что необходимо взять } 1 \text{ мл начального раствора тиосульфата натрия.}$	4 балла

	$0,12 \text{ моль/л} \cdot 10 \text{ мл} = 1,2 \cdot x \Rightarrow x = 1 \text{ мл}$	
Часть 2. Всего баллов – 8		
3	<u>Верно прописана химическая реакция взаимодействия тиосульфата натрия и йода:</u> $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$	1 балл
4	<u>Верно рассчитано количество вещества тиосульфата натрия в приготовленном растворе:</u> $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ $= 0,12 \cdot 10 \cdot 0,001 = 0,0012 \text{ моль}$	1 балл
5	<u>Верно рассчитан объем 5% раствора аптечного йода, необходимого для полной нейтрализации приготовленного раствора тиосульфата натрия:</u> 1) Из уравнения химической реакции следует $n(\text{I}_2) = 0,5n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,0012 \cdot 0,5 = 0,0006 \text{ моль}$ 2) Представлена зависимость между количеством вещества йода и объемом раствора $n(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}} \cdot \omega}{M(\text{I}_2)}$ 3) Проведен расчет объема йода $V_{\text{р-ра}} = \frac{M(\text{I}_2) \cdot n(\text{I}_2)}{\rho_{\text{р-ра}} \cdot \omega} = \frac{254 \cdot 0,0006}{1,03 \cdot 0,05} = 2,96 \text{ мл}$	6 баллов
Часть 3. Всего баллов – 22		
6	<u>Верно рассчитана абсолютная ошибка</u> $\Delta V = V_{\text{практ}} - V_{\text{теор}}$ <i>Данный критерий необходимо засчитывать только в том случае, если обучающийся провел данную экспериментальную работу. В случае невыполнения экспериментальной части оценивается в 0 баллов.</i>	10 баллов

7	<u>Верно приведены возможные причины расхождения между теоретическим и практическим значением величины (одна из приведенных)</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Несовершенство приборов для измерения. 2. Ошибки оператора 3. Влияние внешних условий. 	6 баллов <i>Допускаются иные формулировки, соответствующие по логике приведенным</i>
8	<u>Верно дан ответ на теоретический вопрос:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1) Да, можно было обойтись без применения индикатора крахмала. 2) В данном варианте йод добавляет к раствору тиосульфата натрия, поскольку йод имеет окраску, то конец взаимодействия можно было бы увидеть за счет окрашивания раствора йодом. 	В случае указания обеих позиций выставляется 6 баллов <i>В ином случае 0 баллов</i>
Максимальный балл за задание		36 баллов

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в уравнении реакции отсутствуют коэффициенты или коэффициенты выставлены неверно, то уравнение оценивается в половину баллов.

При оценивании критериев, которые подразумевает взаимосвязанные друг с другом расчеты необходимо учитывать:

- Если ошибка носит арифметический характер, то данный пункт оценивается половиной из возможных баллов
- Если в одном из пунктов совершенна арифметическая ошибка, а в дальнейших пунктах логика остается верной, то эти пункты оцениваются максимальным баллом.