

Для члена жюри

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

2025-2026 учебный год

ХИМИЯ

10 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.)

Можно привести не один пример, когда одно и тоже соединение используется и химиками, и в медицинской практике. Например, хорошо известный Вам индикатор фенолфталеин - вещество, изменяющие цвет в зависимости от кислотности раствора, обеспечивая визуальное представление о концентрации протонов водорода. В прошлом веке фенолфталеин также широко использовался как слабительное средство. В настоящее время его применение ограничено из-за возможных негативных последствий.

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. Рассчитайте, сколько фенолфталеина поступает в организм, если взрослому человеку прописывают принимать 3 раза в день по 1-ой таблетке с массовой долей действующего вещества 30 %. Масса 1 таблетки 0,01 г.
3. За сутки в организм человека не должно поступать больше, чем 200 мкг действующего вещества на каждый килограмм веса. Невнимательный пациент массой 50 кг перепутал вечернюю дозировку и принял сразу 3 таблетки. Насколько была превышена максимально допустимая суточная норма?
4. Через сколько часов содержание фенолфталеина в организме перестанет превышать допустимое суточное количество, если каждый час из организма выводится 10% фенолфталеина. Выведением после утреннего и дневного приема пренебречь.

Критерии оценивания

Критерий	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1	Представлен состав индикатора в общем виде $C_xH_yO_z$	1 балл
2	Рассчитаны количество вещества и масса углерода $n(CO_2) = n(C) = 44,8 / 22,4 = 2 \text{ моль}$ $m(C) = 2 * 12 = 24 \text{ г}$	1 балл
3	Рассчитаны количество вещества и масса водорода $n(H_2O) = 12,6 / 18 = 0,7 \text{ моль}$ $n(H) = 2 * n(H_2O) = 1,4 \text{ моль}$ $m(H) = 1,4 * 1 = 1,4 \text{ г}$	1 балл

4	<p>Рассчитан масса и количество вещества кислорода</p> $m(O) = 31,8 - 24 - 1,4 = 6,4 \text{ г}$ $n(O) = 6,4 / 16 = 0,4 \text{ моль}$	2 балла
5	<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 $C_{20}H_{14}O_4$</p>	3 балла
6	<p>Рассчитано количество фенолфталеина поступающего в организм за день</p> $m = 3 * 0,01 * 0,3 = 0,009 \text{ г}$	2 балла
7	<p>Рассчитано общее количество таблеток, принятых за день и масса содержащегося в них фенолфталеина</p> <p>Пациент ошибочно принял 5 таблеток, которые содержат</p> $m = 5 * 0,01 * 0,3 = 0,015 \text{ г}$	2 балла
8	<p>Рассчитаны максимально допустимое количество в день для пациента указанной массы и превышение дневной дозы.</p> <p>допустимая $m = 50 * 0,0002 = 0,010 \text{ г}$</p> <p>превышение в 1,5 раза или на 0,005 г</p>	1 балл
9	<p>Рассчитано количество часов:</p> <p>Через 1 час масса фенолфталеина $m = 15 - 0,1 * 15 = 13,5 \text{ мг}$</p> <p>Через 2 часа масса фенолфталеина $m = 13,5 - 0,1 * 13,5 = 12,15 \text{ мг}$</p> <p>Через 3 часа масса фенолфталеина $m = 12,15 - 0,1 * 12,15 = 10,935 \text{ мг}$</p> <p>Через 4 часа масса фенолфталеина $m = 10,935 - 0,1 * 10,935 = 9,84 \text{ мг}$</p> <p>Следовательно, через 4 часа содержание ф/ф не будет превышать суточную норму.</p>	3 балла
Максимум баллов		16 баллов

ЗАДАНИЕ №2
(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 $x/2 = 0,600 \text{ моль}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	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		

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

ЗАДАНИЕ №3 (СОСТАВИТЕЛЬ МАИЛОВ А.С.)

В городах с развитой промышленностью в воздухе содержатся следы сернистого газа и примесь сероводорода. Они вызывают образование на поверхности медных изделий веществ **А** и **В**. На поверхности серебряных изделий образуется тонкий слой вещества **С**. Вещество **В** и **С** - соли одной и той же кислоты. Чтобы удалить черноту, поверхность медного изделия протирают тампоном, смоченным в нашатырном спирте - 5% растворе аммиака. Для чистки серебряного изделия его заливают горячим водным раствором карбоната натрия, добавляют гранулы цинка и выдерживают несколько часов.

1. Определите вещества **А**, **В** и **С**, которые вызывают почернение медных и серебряных изделий.
2. Составьте уравнения реакций образования веществ **А**, **В** и **С**.
3. Напишите уравнения реакций очистки медных и серебряных изделий.
4. Рассчитайте объем 5%-ного раствора аммиака (плотность 977 г/л), который необходим для химического растворения 0,08 кг вещества **А**.
5. Сколько граммов цинка потребуется для «химического отбеливания» 60 см² поверхности серебряных изделий, если содержание вещества **С** составляет 0,03 г/см³?

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Балл
1	1. Определение веществ: Вещество А - CuO - оксид меди (II); Вещество В - CuS - сульфид меди (II); Вещество С - Ag ₂ S - сульфид серебра.	3 балла (по 1 баллу за каждое вещество)
2	2. Уравнения образования веществ А, В и С: $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ $2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuS} + 2\text{H}_2\text{O}$ $4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	3 балла (по 1 баллу за каждое уравнение)

3	3. Уравнения реакций очистки: $\text{CuO} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ $\text{Ag}_2\text{S} + \text{Zn} + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NaHS} + 3\text{NaHCO}_3$	4 балла (по 2 балла за каждое уравнение)
4	4. Расчет для вещества А: $n(\text{CuO}) = 80 \text{ г} / 80 \text{ г/моль} = 1,00 \text{ моль}$ По уравнению: $n(\text{NH}_3) = 4n(\text{CuO}) = 4 \times 1,00 \text{ моль} = 4,00 \text{ моль}$ $m(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль} \times 4,00 \text{ моль} = 68,0 \text{ г}$ $m(\text{р-ра NH}_3) = 68,0 \text{ г} : 0,05 = 1360 \text{ г}$ $V(\text{р-ра NH}_3) = 1360 \text{ г} : 977 \text{ г/л} = 1,39 \text{ л}$	3 балла (1 балл за количество CuO, 1 балл за количество NH ₃ , 1 балл за расчет объема)
5	5. Расчет для вещества С: $m(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,03 \text{ г/см}^3 \times 60 \text{ см}^2 = 1,8 \text{ г}$ $n(\text{Ag}_2\text{S}) = 1,8 \text{ г} : 248 \text{ г/моль} = 0,00726 \text{ моль}$ По уравнению: $n(\text{Zn}) = n(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,00726 \text{ моль}$ $m(\text{Zn}) = 0,00726 \text{ моль} \times 65 \text{ г/моль} = 0,472 \text{ г}$	3 балла (1 балл за массу Ag ₂ S, 1 балл за количество Ag ₂ S, 1 балл за расчет массы Zn)
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 №4 (СОСТАВИТЕЛЬ МАИЛОВ А.С.)

При растворении 0,5 моль серной кислоты в 400 г воды выделилось количество теплоты, достаточное для нагревания образовавшегося раствора.

1. Рассчитайте, на сколько градусов повысится температура раствора, если теплота растворения серной кислоты составляет -74,94 кДж/моль, а удельная теплоёмкость полученного раствора равна 3,77 Дж/(г·К).
2. Объясните, почему при растворении серной кислоты в воде наблюдается значительное тепловыделение, в то время как при растворении многих других веществ (например, нитрата аммония) наблюдается поглощение теплоты.
3. Предложите способ экспериментального определения теплоты растворения серной кислоты в школьной лаборатории.

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Балл
1	Расчет повышения температуры: $Q = n \cdot \Delta H = 0,5 \text{ моль} \times 74940 \text{ Дж/моль} = 37470 \text{ Дж}$ $m(\text{раствора}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 400 + 0,5 \times 98 = 449 \text{ г}$ $Q = c \cdot m \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = Q / (c \cdot m)$ $\Delta T = 37470 / (3,77 \times 449) = 22,1^\circ\text{C}$	6 баллов (1 балл за Q, 1 балл за массу р-ра, 2 балла за формулу, 2 балла за расчет)
2	Объяснение теплового эффекта: Тепловыделение обусловлено преобладанием экзотермических процессов гидратации ионов H^+ и SO_4^{2-} над эндотермическим процессом разрушения кристаллической решетки. У нитрата аммония энергия гидратации меньше энергии разрушения кристаллической решетки.	5 баллов (3 балла за процессы гидратации, 2 балла за сравнение)
3	Экспериментальное определение: Использование калориметра: измерение начальной температуры воды, добавление кислоты, измерение максимальной температуры раствора. Расчет по формуле $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ с последующим пересчетом на 1 моль кислоты.	5 баллов (2 балла за методику, 2 балла за оборудование, 1 балл за расчет)
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 		

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

ЗАДАНИЕ №5

(СОСТАВИТЕЛЬ ГОЛОВИН А.В.)

Часть 1.

В емкости №1 находится 9%-й раствор уксусной кислоты ($\rho = 1,0111 \text{ г/мл}$), а в емкости №2 находится 70%-й раствор уксусной кислоты ($\rho = 1,0685 \text{ г/мл}$). Смешайте растворы уксусной кислоты из емкости №1 и емкости №2 в тех соотношениях, которые Вам выдадут организаторы в аудитории. После смешения рассчитайте массовую долю уксусной кислоты в приготовленном растворе. Ответ приведете в % до десятых.

Часть 2.

Вам выдан 0,1 моль/л раствор гидроксида натрия. Какой объем этого раствора понадобится для полной нейтрализации уксусной кислоты в приготовленном растворе? Пропишите реакцию взаимодействия гидроксида натрия и уксусной кислоты. Проведите необходимые расчеты.

Часть 3.

К приготовленному раствору уксусной кислоты добавьте 1-2 капли раствора фенолфталеина. При помощи пипетки Пастера по каплям добавляйте 0,1 моль/л раствор гидроксида натрия, отсчитывая их количество. После добавления каждой капли тщательно перемешивайте раствор. Как только раствор приобретет слабо-розовую окраску, не исчезающую в течение 30 секунд, добавление раствора гидроксида натрия необходимо закончить.

Считая, что одна капля 0,1 моль/л раствора гидроксида натрия имеет объем 0,04 мл, сравните теоретический объем (часть 2) и практический объем (часть 3) 0,1 моль/л раствора гидроксида натрия, необходимого для полной нейтрализации приготовленного раствора уксусной кислоты. 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

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

Теоретические вопросы:

1. Почему для установления момента, когда вся уксусная кислота вступила в реакцию с гидроксидом натрия, используется именно фенолфталеин? Дайте ответ, обосновав значением pH после проведения полной нейтрализации уксусной кислоты и переходом окраски индикатора.
2. Под каким известны в быту 9%-й и 70%-й растворы уксусной кислоты?
3. В быту для придания пышности тесту проводят реакцию между уксусной кислотой и X. Напишите формулу X, приведите его номенклатурное и тривиальное названия. Пропишите реакцию между уксусной кислотой и X.

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Балл
Часть 1. Всего баллов – 4		
1	<p><u>Верно проведен расчет массовой доли уксусной кислоты в приготовленном растворе:</u></p> $\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{\rho_1 \cdot V_1 \cdot \omega_1 + \rho_2 \cdot V_2 \cdot \omega_2}{\rho_1 \cdot V_1 + \rho_2 \cdot V_2} \cdot 100$ <p>где ρ_1, ρ_2 – плотности 9%-ого и 70%-ого растворов уксусной кислоты соответственно;</p> <p>V_1, V_2 – объемы 9%-ого и 70%-ого растворов уксусной кислоты, взятые для приготовления, соответственно;</p> <p>w_1, w_2 – массовые доли уксусной кислоты в емкостях №1 и №2, соответственно (9% и 70 % - соответственно).</p> <p><i>Данный критерий необходимо засчитывать только в том случае, если обучающийся провел данную экспериментальную работу. В случае невыполнения экспериментальной части оценивается в 3 балла.</i></p>	4 балла
Часть 2. Всего баллов – 8		
2	<p><u>Верно прописана химическая реакция взаимодействия уксусной кислоты и гидроксида натрия:</u></p> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
3	<p><u>Верно рассчитано количество вещества уксусной кислоты в приготовленном растворе:</u></p> $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{\rho_1 \cdot V_1 \cdot \omega_1 + \rho_2 \cdot V_2 \cdot \omega_2}{M(\text{CH}_3\text{COOH})}$	3 балла
4	<p><u>Верно рассчитан объем 0,1 моль/л раствора гидроксида натрия, необходимого для полной нейтрализации приготовленного раствора уксусной кислоты:</u></p> <p>1) Из уравнения химической реакции следует</p> $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH})$ <p>2) Тогда указанное равенство можно представить в виде</p> $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \rightarrow$	4 балла

	$V(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{C(\text{NaOH})}$ <p>3) На основании полученного равенства проведен расчет объема раствора гидроксида натрия</p>	
Часть 3. Всего баллов – 12		
5	<p><u>Верно рассчитана абсолютная ошибка</u></p> $\Delta V = V_{\text{практ}} - V_{\text{теор}}$ <p><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></p>	8 баллов
6	<p><u>Верно приведены возможные причины расхождения между теоретическим и практическим значением величины (одна из приведенных)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Несовершенство приборов для измерения. 2. Ошибки оператора 3. Влияние внешних условий. 	<p>4 балла</p> <p><i>Допускаются иные формулировки, соответствующие по логике приведенным</i></p>
Теоретические вопросы. Всего баллов – 12		
7	<p><u>Верно дан ответ на теоретический вопрос:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) По окончании взаимодействия уксусной кислоты и гидроксида натрия в реакционной смеси находится только ацетат натрия, раствор которого имеет слабоосновную реакцию среды за счет протекания гидролиза. 2) Фенолфталеин в свою очередь изменяет окраску в диапазоне слабоосновной среды, что соответствует рН раствора ацетата натрия. 	<p>В случае указания обеих позиций выставляется 6 баллов</p> <p><i>В ином случае 0 баллов</i></p>
8	<p><u>Верно даны названия, используемые в быту для растворов уксусной кислоты:</u></p> <p>9%-й раствор уксусной кислоты – столовый уксус</p> <p>70%-й раствор уксусной кислоты – уксусная эссенция</p>	<p>За каждое верно приведенное название 1 балл * 2</p> <p>=</p> <p>2 балла</p>

9	<u>Верно приведена формула X</u> NaHCO_3	1 балл
10	<u>Верно приведены номенклатурное и тривиальное названия</u> Номенклатурное название - гидрокарбонат натрия Тривиальное название – пищевая сода (питьевая сода)	За каждое верное приведенное название 1 балл * 2 = 2 балла
11	<u>Верно написана уравнение химической реакции</u> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
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.