

ХИМИЯ
Эталоны ответов 2 (очного) этапа
9 класс

1X. 0,05-2,0%-ный водный или спиртовой раствор органического красителя бриллиантового зеленого $C_{27}H_{34}N_2O_4S$ широко применяют в медицине. Напишите его «народное» название, укажите какими свойствами обладает этот раствор, как и для чего применяется. Сколько молекул этого красителя содержится в 1 капле его 1%-ного водного раствора, если 80 капель заняли объём 5 мл? Плотность раствора можно принять равной плотности воды.

(5 баллов)

Решение	Баллы
1. «Народное» название этого красителя – «зелёнка». Он обладает антисептическими и обеззараживающими свойствами. В качестве лекарственного средства применяют наружно для обеззараживания ссадин, порезов, пуповины новорожденных, при лечении гнойных воспалительных кожных процессов, нанося препарат на поврежденную поверхность, захватывая окружающие здоровые ткани. Используют и для обеззараживания медицинских инструментов.	1
2. $M(C_{27}H_{34}N_2O_4S) = 27 \cdot 12 + 34 \cdot 1 + 2 \cdot 14 + 4 \cdot 16 + 1 \cdot 32 = 482 \text{ г/моль}$	1
3. Рассчитаем объем одной капли. $V(1 \text{ капли}) = \frac{V(\text{раствора})}{n(\text{капель})} = \frac{5 \text{ мл}}{80} = 0,0625 \text{ (мл)}$	1
4. $m(1 \text{ капли раствора}) = V \cdot \rho = 0,0625 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 0,0625 \text{ (г)}$	0,5
5. $m(C_{27}H_{34}N_2O_4S) = m(1 \text{ капли раствора}) \cdot \omega = 0,0625 \text{ г} \cdot 0,01 = 0,000625 \text{ (г)}$	0,5
6. $n(C_{27}H_{34}N_2O_4S) = \frac{m(C_{27}H_{34}N_2O_4S)}{M(C_{27}H_{34}N_2O_4S)} = \frac{0,000625 \text{ г}}{482 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$	0,5
7. $N(C_{27}H_{34}N_2O_4S) = n(C_{27}H_{34}N_2O_4S) \cdot N_A = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 7,83 \cdot 10^{17} \text{ (молекул)}$	0,5
Итого	5

2X. В восьми пронумерованных пробирках находятся водные растворы HCl , NaOH , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NH_4Cl , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, BaCl_2 и AgNO_3 .

Используя лакмусовую индикаторную бумагу и проводя любые реакции между данными растворами, установите, какое вещество в какой пробирке содержится. Подтвердите свои рассуждения химическими реакциями. Пользоваться другими реагентами не разрешается.

(15 баллов)

Решение								Баллы	
1. Приведем один из возможных вариантов.								В сумме 2 балла	
Исследуем кислотность среды									
Вещество	Кислотность среды	баллы	Окраска индикатора (лакмус)	баллы					
HCl	кислая	0,125	красный	0,125					
NaOH	щелочная	0,125	синий	0,125					
Na_2SO_4	нейтральная	0,125	фиолетовый	0,125					
Na_2CO_3	слабощелочная	0,125	синий	0,125					
NH_4Cl	слабокислая	0,125	красный	0,125					
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	слабокислая	0,125	красный	0,125					
BaCl_2	нейтральная	0,125	фиолетовый	0,125					
AgNO_3	слабокислая	0,125	красный	0,125					
2.								В сумме за всю таблицу 3 балла	
	HCl	NaOH	Na_2SO_4	Na_2CO_3	NH_4Cl	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	BaCl_2		AgNO_3
HCl		нет визуальн. изм.	нет визуальн. изм.	↑ без запаха	нет визуальн. изм.	↓белый	нет визуальн. изм.		↓белый
NaOH	нет визуальн. изм.		нет визуальн. изм.	нет визуальн. изм.	↑ с резким запахом	↓белый, р. в изб.	нет визуальн. изм.		↓белый, быстро темнеет при стоянии.
Na_2SO_4	нет визуальн. изм.	нет визуальн. изм.		нет визуальн. изм.	нет визуальн. изм.	↓белый	↓белый, н.р. ни в к-те, ни в щелочи		↓белый
Na_2CO_3	↑ без запаха	нет визуальн. изм.	нет визуальн. изм.		нет визуальн. изм.	↓белый	↓белый		↓белый
NH_4Cl	нет визуальн. изм.	↑ с резким запахом	нет визуальн. изм.	нет визуальн. изм.		↓белый	нет визуальн. изм.		↓белый
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	↓белый	↓белый, р. в изб.	↓белый	↓белый	↓белый		↓белый		нет визуальн. изм.
BaCl_2	нет визуальн. изм.	нет визуальн. изм.	↓белый, н.р. ни в к-те, ни в щелочи	↓белый	нет визуальн. изм.	↓белый			↓белый
AgNO_3	↓белый	↓белый, быстро темнеет	↓белый	↓белый	↓белый	нет визуальн. изм.	↓белый		



	при стоянии.							
<p>Характеристики и особенности проведения реакций, характер осадков и газов можно оформить в виде таблицы или можно принимать текстовое пояснение ↓ или ↑ с указанием характера - 16 «нет визуальных изменений» - 12</p>								
3. 1) $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (1) нет видимых изменений								0,5
2) $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \neq$ не взаимодействуют								
3) $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2)								0,5
4) $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{Cl} \neq$ не взаимодействуют								
5) $2\text{HCl} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbCl}_2\downarrow + 2\text{HNO}_3$ (3) белый осадок								0,5
6) $\text{HCl} + \text{BaCl}_2 \neq$ не взаимодействуют								
7) $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{HNO}_3$ (4) белый осадок								0,5
8) $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \neq$ не взаимодействуют								
9) $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \neq$ не взаимодействуют								
10) $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (5) газ с резким запахом								0,5
11) $2\text{NaOH} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ (6) белый осадок, р.в изб. NaOH:								0,5
$2\text{NaOH} + \text{Pb}(\text{OH})_2 = \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]\downarrow$ (7)								0,5
12) $\text{NaOH} + \text{BaCl}_2 \neq$ не взаимодействуют								
13) $2\text{NaOH} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ (8) бело-серый осадок, быстро темнеющий на воздухе за счет разложения образующегося гидроксида серебра (I):								0,5
$2\text{AgOH} = \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (9)								0,5
Ps: Можно в качестве верного принять следующий вариант: $\text{NaOH} + \text{AgNO}_3 = \text{AgOH}\downarrow + \text{NaNO}_3$ (8) бело-серый осадок, быстро темнеющий на воздухе: $2\text{AgOH} = \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (9)								
14) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \neq$ не взаимодействуют								
15) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} \neq$ не взаимодействуют								
16) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbSO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ (10) белый осадок								0,5
17) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ (11) белый осадок								0,5
18) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ (12) белый осадок								0,5
19) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbCO}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ (13) белый осадок								0,5

20) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ (14) белый осадок	0,5
21) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{CO}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ (15) белый осадок	0,5
Осадки карбонатов под действием соляной кислоты растворяется (карбонат бария) или превращаются в хлориды с выделением газа: $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (16) $\text{PbCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{PbCl}_2\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (17) $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{AgCl}\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (18)	0,5
22) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbCl}_2\downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$ (19) белый осадок	0,5
23) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BaCl}_2 \neq$ не взаимодействуют 24) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$ (20) белый осадок	0,5
25) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaCl}_2 = \text{PbCl}_2\downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (21) белый осадок	0,5
26) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgNO}_3 \neq$ не взаимодействуют	
27) $\text{BaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (22) белый осадок	0,5
Итого	15

3X. В 1797 году английский химик Смитсон Теннант провел дорогостоящий опыт в поисках ответа на вопрос о природе драгоценного камня. Он сжёг 0,033 г алмаза в плотно закрытом золотом тигле с отводной трубкой. Измерив количество выделяющегося углекислого газа, Смитсон сделал вывод, что алмаз очень похож по составу на некоторые другие материалы, да и сгорает так же. Напишите термохимическое уравнение реакции горения алмаза. Определите объем (н.у.) выделившегося газа. Рассчитайте тепловой эффект реакции, проведенной английским химиком, если при сгорании 1 моль алмаза выделяется 396 кДж тепла. Что за вещества упоминаются в задаче? Чем они отличаются друг от друга и от алмаза?

(10 баллов)

Решение	Баллы
1. Уравнение горения алмаза. $\text{C}_{(\text{алмаз})} + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г})$	1
Термохимическое уравнение горения алмаза. $\text{C}_{(\text{алмаз})} + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + Q$ или	1

$C_{\text{(алмаз)}} + O_{2\text{(г)}} = CO_{2\text{(г)}} + 396 \text{ кДж}$ $Q = 396 \text{ кДж/моль}$	
2. $n(\text{алмаза}) = n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{0,033 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 0,00275 \text{ моль}$	1
3. Пересчитаем количество тепла на наше количество вещества. $q = Q \cdot n = 396 \text{ кДж/моль} \cdot 0,00275 \text{ моль} = 1,089 \text{ кДж} = 1\ 089 \text{ Дж}$	1
4. $n(CO_2) = n(C_{\text{алмаз}}) = 0,00275 \text{ моль}$ $V(CO_2) = V_m \cdot n(CO_2) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,00275 \text{ моль} = 0,0616 \text{ л} = 61,6 \text{ мл}$	1
5. Алмаз состоит из атомов углерода. Аллотропными модификациями углерода являются также графит, уголь (кокс), фуллерен, сажа, карбин. Поэтому эти материалы похожи по составу.	1
6. Отличаются они как внешним видом, так и кристаллической решеткой (строением). Алмаз – твердый, прозрачный, атомная кристаллическая решетка. 0,5 Графит – мягкий, непрозрачный, атомная кристаллическая решетка. 0,5 Карбин – порошок черного цвета, молекулярная кристаллическая решетка. 0,5 Фуллерен – черный, непрозрачный, многогранники из трёхкоординированного углерода, C_{20+} , молекулярная кристаллическая решетка. 0,5	
7. Тем, кто приведет в пример такие аллотропные модификации углерода, как лонсдейлит, графен, нанотрубки, стеклоуглерод.	1
Итого	10

4X. Соединение **A** представляет собой темно-фиолетовые кристаллы, называемые квасцами. При растворении **A** в воде получается фиолетовый раствор. При добавлении к этому раствору избытка раствора гидроксида калия образуется раствор вещества **B** зеленого цвета. При добавлении к полученному раствору пероксида водорода получается раствор вещества **B**, при подкислении которого раствор приобретает оранжевую окраску (вещество **Г**). Дальнейшее прибавление пероксида водорода и диэтилового эфира приводит к образованию соединения **Д**, окрашивающего эфирный слой в синий цвет. Если же к подкисленному раствору вещества **Г** добавить избыток цинка, то через некоторое время раствор приобретет интенсивно-голубую окраску (вещество **Е**). А после добавления к насыщенному раствору вещества

Г концентрированной серной кислоты и последующего охлаждения можно получить ярко-красные кристаллы вещества Ж.

1. Приведите формулу и дайте возможные названия соединения А, если содержание воды в нём составляет 43,3%.
2. Укажите форму кристаллов вещества А.
3. Напишите уравнения всех приведенных реакций.
4. Приведите формулы всех соединений, упомянутых в условии в соответствии с их цветом.

(20 баллов)

Решение	Баллы
1. Квасцами называют двойные соли – сульфаты с общей формулой $M^+M^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.	1,0
2. Массовая доля воды в соединении А: $\omega(H_2O) = \frac{n(H_2O) \cdot M(H_2O)}{M(в-ва А)} = \frac{12 \cdot 18}{M(в-ва А)} = 0,433$ Молярная масса квасцов $M(в-ва А) = 12 \cdot 18 / 0,433 = 499 \text{ г/моль}$	1,0
3. $M(M^+M^{3+}(SO_4)_2) = 499 - 12 \cdot 18 = 499 - 216 = 283 \text{ г/моль}$. На сумму атомных масс металлов приходится: $M(M^+M^{3+}) = M(M^+M^{3+}(SO_4)_2) - 2 \cdot M(SO_4) = 283 - 192 = 91 \text{ г/моль}$. Судя по окраске, фиолетовый цвет скорее всего даёт хром.	1,0
4. Тогда $M(M^+) = M(M^+M^{3+}) - M(M^{3+}) = 91 - 52 = 39 \text{ г/моль}$. Т.е. это калий. Т.о. соединение А – $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Хромокалиевые квасцы, сульфат хрома(III)-калия	0,5 1,0
5. Форма кристаллов – октаэдр.	1,0
6. $KCr(SO_4)_2 + 4KOH = K[Cr(OH)_4] + 2K_2SO_4$ (1) Б или $KCr(SO_4)_2 + 6KOH = K_3[Cr(OH)_6] + 2K_2SO_4$ Б Ps: Если указывают в лигандах ещё и воду $KCr(SO_4)_2 + 4KOH + 2H_2O = K[Cr(OH)_4(H_2O)_2] + 2K_2SO_4$ Б	1,0 или 2,0
7. $2K_3[Cr(OH)_6] + 3H_2O_2 = 2K_2CrO_4 + 2KOH + 8H_2O$ (2) Б $\begin{array}{l} Cr^{+3} - 3\bar{e} \rightarrow Cr^{+6} \quad \cdot 2 \\ 2O^{-1} + 2\bar{e} \rightarrow 2O^{-2} \quad \cdot 3 \end{array}$	2,0
8. $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 = K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$ (3) Г	1,0



<p>9. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CrO}_5 \cdot (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ (4) Д Или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{CrO}_5 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ (6) Д в эфире $2\text{Cr}^{+6} - 8\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{+10} \quad \cdot 1$ $2\text{O}^{-1} + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{O}^{-2} \quad \cdot 4$</p>	2,0
<p>10. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{Zn} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CrSO}_4 + 4\text{ZnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ (5) Е $2\text{Cr}^{+6} + 8\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{+2} \quad \cdot 1$ $\text{Zn}^0 - 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}^{+2} \quad \cdot 4$</p>	2,0
<p>11. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CrO}_3\downarrow + 2\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Ж</p>	2,0
<p>12. А – $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – фиолетовый Б – $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ или $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$, или $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6(\text{H}_2\text{O})_2]$ – зеленый В – K_2CrO_4 – желтый Г – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – оранжевый Д – CrO_5 или $\text{CrO}_5 \cdot (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ – синий Е – CrSO_4 – голубой Ж – CrO_3 – красный</p>	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5
ИТОГО	20