

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$A = Cl_2$ ; $B = HCl$ , $C = HCl D_3$	3
1) $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2 HCl$	1

2) $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO_2$	
3) $Cl_2 + 2H_2O + SO_2 \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$	
4) $3HClO_2 \xrightarrow{свет} Cl_2 + HClO_4 + 2O_2 + H_2O$	

### Задание 3.

#### «Химическое отбеливание»

Медные и серебряные изделия на воздухе темнеют. Воздух - сложная смесь газов, где, кроме кислорода и азота, есть углекислый газ  $CO_2$ , пары воды и небольшая примесь сероводорода  $H_2S$ . Они вызывают образование на поверхности медных изделий веществ А и В. На поверхности серебряных изделий образуется тонкий слой вещества С. Вещество В и С - это соли одной и той же кислоты. Чтобы удалить черноту, поверхность медного изделия протирают тампоном, смоченным в нашатырном спирте - 5%-ом водном растворе аммиака. Для чистки серебряного изделия его заливают горячим водным раствором карбоната натрия, добавляют гранулы цинка и выдерживают в течение нескольких 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 водного раствора аммиака (плотность 977 г/л), который необходим для химического растворения 0,05 кг вещества А.
5. Сколько цинка потребуется для «химического отбеливания» 40 см<sup>2</sup> поверхности серебряных изделий, если содержание вещества С составляет 0,02 г/см<sup>2</sup>?

Ответ:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) А - $CuO$ ; В - $CuS$ ; С - $Ag_2S$ ;	1,5
2) $2Cu + O_2 = 2CuO$ ; $2Cu + 2H_2S + O_2 = 2CuS + 2H_2O$ ; $4Ag + 2H_2S + O_2 = 2Ag_2S + 2H_2O$ ;	2,5
3) $CuO + 4NH_3 + H_2O = [Cu(NH_3)_4](OH)_2$ ; $Ag_2S + Zn + 3Na_2CO_3 + 4H_2O = 2Ag + Na_2[Zn(OH)_4] + Na_2HCO_3$ ;	3,0
4) $n(CuO) = 502 : 80 = 6,275 \text{ моль}$ ; $n(NH_3) = 2,5 \text{ моль}$ ; $m(NH_3) = 42,52 \text{ г}$ ;	0,5
$M(p-p) = \frac{42,52}{0,05} = 8502 \Rightarrow V = 9,670 \text{ л}$ ; 5) $m(Ag_2S) = 0,02 \text{ г/см}^2 \cdot 40 \text{ см}^2 = 0,8 \text{ г}$ ;	0,5
$n(Ag_2S) = \frac{0,8}{344} = 0,00232 \text{ моль}$ ; $n(Zn) = 0,00232$ .	
Максимальный балл	10

### Задание 4.

#### «Чист ли воздух?»

Воздух, загрязненный сероводородом, в течение пяти часов пропускали со скоростью 10 л/с через концентрированный раствор гидроксида натрия, а потом добавили к этому раствору йодную воду до ее обесцвечивания. Выпавший желтый осадок взвесили и установили, что его масса составляет 0,32 г. Соответствует ли анализируемый воздух санитарным нормам, если предельно допустимая среднесуточная концентрация (ПДК<sub>сс</sub>) сероводорода в воздухе на уровне 0,008 мг/м<sup>3</sup>? Какой вывод можно сделать по полученным данным?

Ответ:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $H_2S + 2NaOH = Na_2S + 2H_2O$ ; $Na_2S + I_2 = S \downarrow + 2NaI$	4,5
2) $n(S) = 0,32 : 32 = 0,01 \text{ моль}$	1,5
3) $n(S) = n(Na_2S) = n(H_2S) = 0,01 \text{ моль}$ ; $m(H_2S) = 0,01 \cdot 34 = 0,34 \text{ г}$	2,0
4) $NaOH \Rightarrow V_{H_2} = 10 \frac{\text{л}}{\text{с}} \cdot 3600 \frac{\text{с}}{\text{ч}} \cdot 5 \text{ ч} = 180 \text{ м}^3$	2
5) $m(H_2S) : V_{H_2} = 0,34 : 180 \text{ м}^3 = 1,89 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \Rightarrow 1,89 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} > 0,008 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$	2



значит воздух опасен для окружающих	

### Задание 5.

#### «Проведи мысленный анализ»

9-8

В склянках без этикеток находятся следующие вещества: сухие нитрат серебра, сульфид натрия, хлорид кальция; порошки серебра и алюминия, а также соляная и концентрированная азотная кислоты. В вашем распоряжении имеются вода, горелка и любое количество пробирок. Составьте уравнения реакций и укажите признаки, по которым можно определить каждое из указанных веществ.

Ответ:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
1) $AgNO_3 + HCl = AgCl \downarrow (\text{белое в-во}) + HNO_3$	1
2) $CaCl_2 + 2AgNO_3 = 2AgCl \downarrow (\text{бел.}) + Ca(NO_3)_2$	1
3) $Na_2S + 2HCl = 2NaCl + H_2S \uparrow$ - неприятный запах	0,5
4) $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$ - бесцветное бес. газ	1
5) $Ag + 2HNO_3 = AgNO_3 + NO_2 \uparrow (\text{бурое, резкий запах}) + H_2O$	<del>0,5</del>
6) $Na_2S + 4HNO_3 = 2NaNO_3 + S \downarrow (\text{желтый в-во}) + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$	3

10

### Задание 6.

#### «Окрашенный раствор»

При пропускании оксида серы (IV) через раствор перманганата калия образовался раствор, в котором массовая доля серной кислоты равна 5%. Вычислите массовые доли остальных продуктов реакции в полученном растворе.

Ответ:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
1) $5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$	3
2) $H_2SO_4 - m(H_2SO_4) = 2 \text{ моль} \cdot 98 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 196 \text{ г}$	1
3) $MnSO_4 - m(MnSO_4) = 2 \text{ моль} \cdot 151 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 302 \text{ г}$	1
4) $K_2SO_4 - m(K_2SO_4) = 1 \text{ моль} \cdot 174 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 174 \text{ г}$	1
5) $w(K_2SO_4) \neq w(H_2SO_4) = \frac{m(K_2SO_4)}{m(H_2SO_4)} = \frac{174}{196} = 0,89 \Rightarrow 8,9\%$	<del>0,5</del>
6) $w(MnSO_4) = 0,05 \cdot (302 : 196) = 7,7\%$	1

10

Итого 500 баллов

Члены жюри:

*С.С. Смирнов*  
*В.В. Виноградов*